

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

NUOVO
3-VR

NUOVO

DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI

XXXIV.

NUOVO

DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI

E DELLA

ECONOMIA INDUSTRIALE E COMMERCIANTE

COMPILATO DAI SIGNORI

LENORMAND, PAYEN, MOLARD JEUNE, LAUGIER,
FRANCOEUR, ROBIQUET, DUFRESNOY, ECC., ECC.

Prima Traduzione Italiana

fatta da una società di dotti e d'artisti, con l'aggiunta della spiegazione di tutte le voci proprie delle arti e dei mestieri italiani, di molte correzioni, scoperte ed invenzioni, estratte dalle migliori opere pubblicate recentemente su queste materie; con in fine un nuovo Vocabolario francese dei termini di arti e mestieri corrispondenti con la lingua italiana e coi principali dialetti d'Italia.

OPERA INTERESSANTE AD OGNI CLASSE DI PERSONE, CORREDATA DI UN COPIOSO NUMERO DI TAVOLE IN RAME DEI DIVERSI UTENSILJ, APPARATI, STROMENTI, MACCHINE ED OFFICINE.

TOMO XXXIV.

VENEZIA
PRESSO GIUSEPPE ANTONELLI ED.
TIP. PREMIATO DI MEDAGLIE D'ORO
1844.

381581

SUPPLEMENTO

AL

NUOVO DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI

Compilato

dalle migliori opere di scienze e d'arti pubblicatesi negli ultimi tempi, e particolarmente da quelle di Berzelio, Dumas, Chevreul, Gay-Lussac, Hachette, Clement, Borgnis, Tredgold, Buchanam, Rees; dal Dizionario di Storia naturale, da quello dell' Industria, ecc., ecc., ed esteso a ciò che più particolarmente può riguardare l' Italia.

SUPPLEMENTO

AL

NUOVO DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI, ecc.

Macchione. Nel linguaggio dei giardinieri questo vocabolo significa una piantagione d' alberi che impedisce la vista ed il passaggio.

Nei giardini regolari i macchioni riempiono g' intervalli dei viali, eccettuate le platee. Terminati sono allora quasi sempre da linee diritte, e composti di querce, d' olmi, di cornioli, di salci caprei, di carpini e di altri alberi dei più comuni, avendo sempre i loro contorni tosati dal roncolone. Si lasciano talora alzare a fustaia, talvolta ridotti sono a taglio regolare; se circondati si trovano da cespugli, ed in viali piantati in alberi a filare, è massima che i cespugli non debbano mai sorgere all' altezza degli alberi tanto, per dare più amenità al colpo d' occhio, quanto per meglio conservare i cespugli stessi.

Nei giardini paesisti i macchioni sono sempre irregolari, e terminati nella loro totalità od in una porzione del loro contorno ad angoli più o meno prominenti; il centro n' è composto d' alberi comuni, e gli orli d' alberi stranieri, disposti in modo che i più piccoli e più distinti si trovino sulla prima fila, e mescolati così che la loro forma, la disposizione ed il colore del fogliame e dei fiori facciano contrasto. Gli orli non sono mai tosati dal roncolone, e si permette appena alla falcetta di correggere le irregolarità nocive al colpo d' occhio od al paesaggio. Siccome l' ineguaglianza di altezza e di grossezza di questi alberi forma una delle loro bellezze, così non si potano mai tutti in una volta, ma gli uni dopo gli altri, in modo cioè, che quelli i quali si alzano troppo, e più incomodi sono per la loro ombra, non danno verun fiore, o sono meno rari, potati vengano i primi e successivamente, affinchè non vi sia mai interruzione, ma cangiamento soltanto negli effetti generali.

Nei giardini regolari facile diventa la piantagione e la manutenzione dei macchioni, non così nei giardini paesisti, avendo quella bisogno d' essere diretta da un uomo assai abile, per produrre tutti i risultamenti che si ha il diritto d' attendernc.

Nei macchioni dei giardini regolari non si entra mai o quasi mai; quelli dei giardini paesisti intersecati sono da piccoli sentieri, che offrono durante il calore del giorno un' ombra gratissima. Il suolo di questi, in vece d' essere nudo, come pur troppo spesso si osserva, dovrebbe trovarsi adunque sempre coperto di verdura, malgrado l' ostacolo offerto dall' ombra degli alberi grandi. Parecchi sono gli arbusti o piante capaci di produrre questo effetto, come le specie diverse di rosai, di rovi, il bruscolo, l' edera, l' iperico del Monte-Olimpo, gli ellebori, i ranuncoli favagello e salvatico *(ranuncolus auricomus)*, l' anemone dei boschi *(anemone nemorosa)*, le viole, le fraghe, l' edera terrestre.

(Bosc.)

MACELLAIO. Sotto questo nome comprenderemo quell' arte che ha per iscopo d' uccidere alcuni animali per venderne poscia le carni, acciò servano all' uomo di cibo.

Non sembra che nei primi secoli del mondo vi sieno stati macellai nè che questi fossero conosciuti nei secoli eroici della Grecia. Se però si rifletta che si sacrificavano in quei tempi copiose vittime sugli altari, si vedrà che i sacrificatori non dovevano essere gran fatto diversi dai nostri macellai. Omero descrive i banchetti dei Greci, ed in questi sembra veramente avvicinarsi a quelle moderne relazioni nelle quali si parla della voracità e dei pasti grossolani de' selvaggi. Allorchè, dic' egli, vogliono i Greci prepararsi il cibo, uccidono eglino medesimi a colpi di mazza un toro, o sgozzano un castrato; scorticano quegli animali e li tagliano in varii pezzi, che sulla graticola fanno arrostire all' istante; si faceva uso di quella maniera di cucinare, perchè ne' tempi eroici non si conosceva ancora altro metodo di cuocere le vivande. I re ed i principi si pigliavano anche essi quella cura, e portavano sempre alla cintola una specie di pugnale che loro serviva come di coltello da macellaio.

I macellai propriamente detti si stabilirono in Roma sotto i consoli; componevano due corporazioni o collegi, che dalla istituzione loro incaricati erano di somministrare ai cittadini le bestie necessarie per la loro sussistenza. Una di quelle corporazioni non occupavasi da principio se non che della compera dei maiali, e per questo i membri della medesima detti furono *suarii*; l' altra incaricata erasi della compera e della vendita dei buoi, e quindi quei macellai detti furono *boarii* o *pecuarii*, secondo la qualità degli animali che macellavano. Quei due corpi furono poscia riuniti in un solo.

Quei venditori di carne avevano sotto di essi persone il cui uffizio era quello di uccidere le bestie, di scorticarle, di tagliare le carni e di metterle in vendita, e questi chiamavansi *lanii* o *laniones* od anche *carnifices*; e *lanienæ* nominavansi i luoghi dove si uccidevano e scorticavano gli animali, e *macella* propriamente i luoghi ove le carni vendevansi e distribuivansi. Sembra che i nostri macelli corrispondano propriamente alle *lanienæ* dei Romani, ed ai loro *macella* le nostre botteghe ove si espongono le carni in vendita.

Quanto ai macelli, Nerone fu il primo che al principio del suo regno innalzar fece un magnifico edifizio, ben fornito di acque correnti, sopra una vastissima piazza che dicevasi il mercato grande; quell' edifizio destinato ad uso dei macellai fu nominato la grande beccheria. Il senato fece coniare in quella occasione una medaglia di bronzo, sulla quale si vede la magnifica facciata di quel monumento con la inscrizione *macellum Augusti*.

Ma col lasso del tempo, essendosi Roma grandemente accresciuta, gli imperatori fecero edificare in diversi quartieri altri

macelli, più o meno vasti e più o meno considerabili per la sontuosità degli edifizii. Conquistate avendo i Romani le Gallie e stabilite colà le loro leggi, fecero parimente costruire in tutte le città, metropoli e municipali, macelli o beccherie affidate a corporazioni di beccai sul gusto di quelle di Roma. Col dominio loro, dicono i Francesi, i Romani portarono nelle Gallie anche il regime politico che in Roma osservavano nei loro macelli, e certamente lo portarono anche in altre provincie da essi soggiogate.

Trovavasi in Parigi da tempo immemorabile, secondo gli scrittori di quella nazione, un corpo composto di un certo numero di famiglie incaricate della cura di comperare i bestiami, di somministrarne a tutta la città e di venderne pubblicamente le carni. Queste famiglie eleggevansi fra esse un capo che rimaneva in carica per tutta la vita, e che chiamavasi il mastro o il capo de' macellai, un cancelliere ed un procuratore d'uffizio. Quella specie di tribunale era subordinata al prevosto o capo della municipalità di Parigi, come il corpo dei macellai di Roma era sottoposto al prefetto della città; decideva in prima istanza contese particolari e dirigeva gli affari della comunità o della corporazione.

Dagli antichi nostri scrittori si raccoglie che vi aveva anche nel secolo XIII una gabella sul macello delle bestie, e si parla di coltelli da macellai e da far carne, con forbicioni da levare i peli.

La città di Parigi fu quella, in cui la corporazione dei macellai conservò più a lungo la sua particolare amministrazione, in mezzo ai cangiamenti e alle modificazioni, alle quali andarono soggette le corporazioni delle arti e dei mestieri successivamente introdotte.

Sovente si chiesero ne' passati secoli ai macellai di Parigi i loro titoli, ma non sembra che mai gli abbiano presentati; tuttavia i loro privilegi confermati furono da Enrico II nel 1550, e non perdettero la loro giurisdizione se non che per l' editto generale del 1673, con cui riunite furono in un sol luogo, cioè al così detto *Chatelet*, le parziali amministrazioni della giustizia.

Il primo macello di Parigi fu situato presso la chiesa di Nostra Donna; ma questo e così pure altro macello presso la porta di Parigi, furono demoliti sotto il regno di Carlo VI pegli assassinii commessi da un macellaio detto Caboche. Fu tuttavia ristabilito di là a qualche tempo il grande macello, detto della Porta di Parigi, e crescendo sempre la popolazione della città, formossi gran numero di altri macelli, i quali tutti però dovevano essere registrati al Parlamento.

Sembra che per lungo tempo Parigi, chiuso nei limiti della così detta città che a ponente segnati erano da un braccio trasversale della Senna, ora coperto di strade e di edifizii, non avesse per lungo tempo se non che un macello situato sul terreno, ove poi si edificò la chiesa detta di Nostra Donna. L'antichità di quel macello viene provata da due figure di buoi in basso-rilievo, prominenti più di un metro dalla porta di una chiesa vicina a quel macello, demolita soltanto nel 1766, come pure dall' antico nome di S. Pietro dei buoi dato a quella parrocchia.

Il macello che trovavasi presso la porta principale di Parigi verso il settentrione, fu stabilito dopo l' ultima irruzione dei Normanni, ed a cagione di essa fu dato alla chiesa più vicina il titolo di S. Giacomo della beccheria. Quest' ultimo macello costrutto irregolarmente e addossato ad una fortezza, chiamavasi già la vecchia beccheria a' tempi di Luigi il Grosso; ma pure i macellai di quell'età, nominati negli

[illegible] presso [illegible]

[illegible] stabilì [illegible] al capitolo [illegible] alla cor- [illegible] regolamenti [illegible] da Filip- [illegible] macellai [illegible] della po- [illegible] dai [illegible] alla socie- [illegible] grande ma- [illegible] di essi una spe- [illegible] che alcun [illegible] senza una [illegible]

[illegible] componesi essen- [illegible] di ciascuna delle [illegible] separatamente discorrere, [illegible] degli animali, della loro [illegible] della vendita dei carnami.

Le carni essendo, dopo il pane, il cibo più ordinario dell' uomo, sono fra i commestibili che più interessano alla salubrità, per conseguenza le autorità non possono abbastanza invigilare su tale proposito, dovendo prendere tutte le precauzioni affinchè i bestiami destinati al macello sieno sani, e per tal motivo molte discipline si fissarono in tutti i paesi.

Una pratica che merita di essere ricordata era quella adottata a Poissy per agevolare il commercio dei bestiami, essendovisi stabilita a tal uopo una cassa, autorizzatasi con vari privilegi nel 1779. L'abolimento di essa al momento della rivoluzione produsse gravi disordini, a tal segno che il governo medesimo fu costretto a comperare bestiami all' estero per assicurare la sussistenza della città di Parigi. Napoleone, per togliere questo disordine, volle che [illegible] macellaio dovesse dare una fideiussione, [illegible] che questi fondi avessero a somministrare soccorsi ai macellai per riparare gli infortuni del loro commercio, soccorsi però che si accordano soltanto a titolo di prestito, dietro certe discipline stabilite. Questa cassa dava una guarentigia al proprietarii di animali sulla solvibilità dei macellai, ma non aveva effetto sui mercati, poichè gli agricoltori invece che vendere a contanti erano obbligati di adattarsi ai termini troppo spesso richiesti dai macellai. Riconosciutosi questo disordine, con decreto 6 febbraio 1811 si fondò la cassa di Poissy, per conto e profitto della città di Parigi, la quale è incaricata di pagare a contanti agli agricoltori tutti i bestiami che i macellai di Parigi comperano sui mercati. Il capitale della cassa di Poissy viene costituito dall' ammontare delle guarentigie date dai beccai di Parigi, i quali essendo in numero di 500, e dando ognuno una fideiussione di 3,000 franchi, formano un capitale di un milione e 500,000 franchi. Se questo non bastasse ai bisogni del commercio, vi dovrebbe supplire la cassa municipale della città di Parigi. L' amministrazione, la sorveglianza e tutte le operazioni della cassa di Poissy appartengono al prefetto della Senna. Il prefetto di polizia interviene soltanto per le relazioni della cassa coi macellai, per le anticipazioni che loro si fanno, e pel versamento delle pieggierie ed altre simili operazioni. La cassa è presieduta da un direttore, sotto gli ordini del prefetto, e da un cassiere. Paga un interesse dal 5 per o/o al sindacato dell'arte dei macellai pel capitale delle fideiussioni versate; fa i suoi prestiti con l' interesse del 5 per o/o e per un tempo di 25 a 30 giorni; i suoi profitti non potrebbero coprire le spese se si limitassero a questi interessi, perciò gli viene accordato un diritto che prima regolavasi proporzionalmente sul prezzo della vendita dei bestiami, ma che poscia regolossi in modo fisso,

per evitare le frodi cui dava luogo quel primo metodo. Quindi, con ordinanza del 1821, questo diritto regolossi a 10 franchi per ogni bue, 6 franchi per ogni vacca, 2$^{fr.}$,40 per ogni vitello e 0$^{fr.}$,70 per ogni castrato. Mediante questi diritti la cassa di Poissy divenne uno dei redditi principali della città di Parigi.

Gli impiegati di questa cassa recansi sui mercati di approvvigionamento il giorno dell' apertura di essi, ed ivi hanno offizii speciali ed i fondi necessarii a pagare tutti gli acquisti da farsi pei macellai di Parigi, i quali benchè sovente abbiano capitali bastanti pei loro acquisti senza bisogno di prendere a prestito dalla cassa, pure sono costretti a versare in questa i loro denari, attesochè è dessa soltanto che dee pagare tutti gli acquisti fattisi pei macelli di Parigi, senza di che il servigio non avrebbe la regolarità necessaria. La cassa presenta quindi immensi vantaggi agli agricoltori ed ai mercanti di bestiami, ottenendogli denaro contante su tutte le forme, cioè in ispecie, in biglietti di banca od in ordini sul ricevitor generale del dipartimento o su quello del circondario.

Giunti i bestiami sul mercato, registrati che sieno e posti nei luoghi loro destinati, vengono posti in vendita. Una campana annunzia l' aprirsi del mercato, e tosto tutto si anima; i macellai percorrono le file dei buoi, dei vitelli, dei castrati e tastano questi animali dinanzi, di dietro e sui fianchi, per valutare lo stato di grasso, la qualità della carne, la quantità della grascia, finalmente il peso totale dell' animale. La grande abitudine che hanno di praticare questo modo di esame fa sì che di raro si ingannino di più che 4 libbre sopra un peso di 1000 a 1200. La vendita quindi si fa sul peso così calcolato: diremo in appresso più particolarmente dei vari modi impiegati per giudicare del peso degli animali. Il macellaio tratta, come si disse, o coi proprietarii dei bestiami, ciò che fa di preferenza ogni qual volta è possibile, o coi mercanti, o finalmente cogli incaricati.

Conclusasi una transazione in tal guisa, i bestiami comperati sono immediatamente condotti in un parco speciale, dove il macellaio dee consegnare i suoi bestiami perchè sieno diretti al macello ove egli lavora, avendovi a tale oggetto parchi appositi nei mercati di Poissy e di Sceaux, indicati col nome dei macelli della città di Parigi e dei sobborghi. Bifolchi sono incaricati dal prefetto di polizia della condotta degli animali a Parigi, dietro un dato prezzo fisso che hanno a pagare perciò i macellai.

Premesse queste notizie sulle provvidenze adottatesi per l'approvvigionamento di quella grande città, il numero dei cui abitanti si fa ascendere ad un milione, parleremo adesso in generale delle avvertenze necessarie pei macellai nella scelta ed acquisto degli animali.

Le razze degli animali da macello sono assai varie secondo i paesi e secondo infinite altre circostanze, ed abbiamo veduto agli articoli speciali di ciascun animale, e più particolarmente ancora a quello IMBASTARDIMENTO, fino a qual segno si possa con opportuno governo degli animali serbare le razze immutabili o modificarle opportunemente. Anche la età in cui si devono ingrassare gli animali varia secondo queste razze, come si è veduto, e negli articoli speciali addietro citati, ed in quello INGRASSAMENTO degli animali precipuamente. In Inghilterra, dove consumasi un' enorme quantità di grosso bestiame da macello, posseggonsi alcune razze, e fra le altre quelle a corna corte di Holderness e di Teeswater che sono mature pel macello alla età di due o tre anni, avendo la facoltà di ingrassarsi da giovani con prontezza, e di dare una grande quantità di

carne proporzionalmente alla loro statura. Agli articoli BUE, CASTRATO e simili, si è indicato da quali indizii si possa conoscere la età di questi animali.

Si disse in addietro come il solito metodo di valutare il peso dei buoi consista in una grande pratica e nella giustezza del colpo di occhio, determinandosene la grassezza misurandoli con le braccia e tastandoli. Le parti dei buoi che soglionsi tastare per conoscere la grassezza sono le falde della pelle sotto i fianchi, fra la coscia ed il ventre ed il luogo ove erano i testicoli. Questi indizii tuttavia sono talvolta fallaci e si giudica con maggior sicurezza palpando la massa della grascia esterna e lo stato della carne in generale; si esaminano a tal fine diligentemente il petto, i fianchi, la colonna vertebrale, le ossa sagglienti del bacino, finalmente la base della coda, secondo che le ossa sono più o meno coperte di carne, e secondo il grado di mollezza delle parti carnute, valutasi il grado di ingrasso.

Per conoscere il valore di un animale da macello si dee cercare di indagare: 1.° quanto pesa la carne con le ossa, escludendo la testa e le estremità delle membra che hanno meno valore; 2.° la quantità di grascia che trovasi fra gli intestini; 3.° il peso della pelle. Sarebbe utile altresì aver riguardo alla quantità di carne che trovasi nelle parti più ricercate, come il dorso e la groppa; la proporzione fra la carne e le ossa, e quella fra il peso della pelle e quello del resto del corpo. All' articolo INGRASSAMENTO (T. XIV, di questo Supplemento, pag. 442), si è indicato quale sia la costruzione della bilancia per pesare i buoi ed altri animali; ed all' articolo BUE (T. III, di questo Supplemento, pag. 16), abbiamo indicato il metodo di conoscere questo peso col mezzo di una misura.

È necessario poi dedurre dal peso totale dell' animale il peso della carne netto, ed intorno a ciò diedesi qualche istruzione all' articolo INGRASSAMENTO (T. XIV, di questo Supplemento, pag. 443), variando questa proporzione secondo la statura dell' animale ed il grado suo di grassezza. Dall' esperienze fatte a tale proposito risulta che per ogni quintale di peso dell'animale vivo si ottengono:

	Libb. di carne	Libb. di sevo
Per un animale ben in carne, ma non ancora ingrassato	52 a 55	4 a 5
Per un bue a metà ingrassato	55 a 60	5 a 8
Per un bue grasso di buona razza	60 a 65	6 a 12.

Bisogna adunque contare in generale su nove a dieci libbre di pelle, la proporzione di questa essendo tanto maggiore quanto più magro e piccolo è l' animale.

I buoi grassi dopo aver fatto lunga strada tengono maggior quantità di grascia che non apparisca al tasto, poichè una parte di questa sostanza che era isolata si è mesciuta con la carne che ne divenne più saporita, a meno che i buoi non abbiano fatto un cammino troppo forte e faticoso. In questo caso la grascia si è indurita.

Un colpo di occhio basta ai macellai un poco esperti per distinguere i buoi ingrassati nella stalla da quelli ingrassati al pascolo: i primi hanno come un'aria di imbarazzo, moti lenti, pelo arricciato e gli ugnoni larghi; presentano sulla pelle, e massime a sinistra, che è il lato sul quale si coricano, indizii di letame o della corda che levò questa sozzura.

Lo stato di grassezza dei vitelli si riconosce palpando loro l' estremità delle natiche all'origine della coda e vicino all' om-

bellico. I macellai attaccano molta importanza che i vitelli abbiano le labbra ed il palato piuttosto pallidi che di un roseo vivo, perchè deducono da questi segni che la loro carne avrà quella bianchezza che si richiede.

La grassezza dei castrati si giudica all' occhio, dalla distanza cui si tengono le natiche dalla grossezza della coda, e dal tatto, palpandone i reni; è facile farsi una idea del loro peso sollevandoli con entrambe le mani.

Quanto agli animali che comperano dai macellai allo stato magro per ingrassarli eglino stessi, ciò che però di raro hanno il comodo di poter fare, non ripeteremo quanto si è detto all' articolo INGRASSAMENTO *degli animali*, dovendosi seguire quelle medesime norme che ivi si sono a lungo indicate.

La maniera diversa di uccidere gli animali *da macello* è cosa di molta importanza pur essa, poichè, lasciando ancora di parlare della ragionevolezza che vi ha di far soffrire questi animali il meno possibile, torna ad interesse dell'arte, essendo che la qualità della carne, secondo il modo dell' uccisione, sembra riuscire considerabilmente diversa. I mezzi propostisi e adoperati a tal fine, per quanto sappiamo, possono ridursi ai sei seguenti: l' asfissia con l'uso dell' azoto o nitrogeno, il dissanguamento, l' iniezione dell' aria nelle vene, il taglio della midolla spinale, il taglio della testa, ed il maglio; riferiremo brevemente quanto riguarda quelli meno adoperati, insistendo più a lungo sugli altri.

Fino dal 1820 si annunziò come usata a Londra una nuova maniera di uccidere gli animali senza farli soffrire, facendo loro aspirare del gas azoto. Assicuravasi che in tal guisa la carne aveva un gusto migliore e durava più a lungo, e dicevasi essersi questo metodo adottato da parecchi macellai di Londra. Sia però che l' esito non rispondesse, sia che le difficoltà di esecuzione s' opponessero, non sembra che questo metodo siasi continuato e diffuso.

All' articolo SCORTICATORE *di cavalli* nel Dizionario, si è veduto come si adoperasse il dissanguamento per uccidere quegli animali. Ma non sembra che questo metodo siasi adottato pei buoi, il sangue dei quali si leva soltanto dopo che con qualsiasi altro mezzo si sono uccisi.

Lo stesso dee pure dirsi dell' iniezione dell' aria in una vena, onde parlossi allo stesso articolo SCORTICATORE addietro citato.

In quel medesimo articolo si accennò pure del taglio della midolla spinale. Questo metodo adoperasi da alcuni macellai in Ispagna pei buoi, introducendo una specie di stiletto diritto ed aguzzo fra l' occipitale e la prima cervicale. Appena è immerso questo strumento, il bue cade con tale rapidità e violenza come se fosse stato colpito dalla folgore. Quantunque però atterrato con tanto precipizio, pure i suoi occhi esprimono un vivo dolore, sono tristi e lacrimanti; il movimento delle membra anteriori cessa, ma non già quello delle posteriori, vedendosi le cosce e le gambe vivamente agitarsi. Se si salassa il bue in quel momento si osserva che il sangue cola difficilmente, benchè sia tagliata l' arteria aorta. Alcuni colpi di maglio sulla testa determinano in tal caso lo scorrimento del sangue.

Anche nei macelli di Parigi cercossi di adottar questo metodo, e per risparmiare ai buoi i forti dolori dei colpi ripetuti di un grosso maglio sul capo, e per evitare i pericoli che corrono con quel metodo i macellai. A persuadere dell' uso di questo metodo concorrevano le decisioni dei fisiologi, i quali ritengono indubitato che la sezione della midolla spinale uccida immediatamente l' animale. Gli esperimenti fatti su più che 100 buoi dimostrarono però che,

se il bue era atterrato più prontamente, le sofferenze erano per altro molto maggiori, dappoichè conservava quasi tutta la vita animale e la facoltà di sentire i dolori e la forza di trattenere il sangue all' atto del salasso, non estinguendosi totalmente la vita che dopo un' agonia di 15 a 16 minuti. Queste esperienze si ripeterono sopra vitelli e castrati, ed in luogo di ferire soltanto la midolla spirale, separossi la testa dal corpo per osservare i gradi di vitalità che potevano rimanere in ognuna delle parti separate in tal guisa.

Si sospese un vitello alla corda di un verricello, ed un giovine beccaio gli tagliò la testa con un coltello, operazione che durò un quarto di minuto. La testa posesi immediatamente sopra una tavola e perdette circa due once e mezza di sangue nello spazio di sei minuti. Durante il primo minuto tutti i muscoli della faccia e del collo erano agitati da convulsioni rapide e disordinate, e nei due minuti seguenti le convulsioni avevano mutato carattere; la lingua era fuori dalla bocca, che alternativamente si apriva e chiudeva; le narici si aprivano come se l'animale avesse provato difficoltà a respirare. Questa specie di convulsioni divenivano più attive quando pungevansi con un ago la lingua e le narici; applicando la mano di contro alla bocca ed alle narici sentivasi l' aria entrare ed uscire al movimento di aspirazione che la testa faceva. Avvicinando il dito all'occhio alla distanza di un pollice nella direzione della pupilla, l' occhio precipitosamente chiudevasi e si riapriva subito dopo, come se avesse voluto evitare l' urto di un corpo; lo stesso fenomeno si ripetè più volte, quindi l' occhio non si chiuse più che quando toccavansi le palpebre, e finalmente solo quando irritavasi la membrana congiuntiva. È cosa notabilissima che l' occhio rimaneva chiuso tanto più a lungo quanto più si prolungava il contatto. Questi fenomeni erano tanto minori quanto più tempo era scorso dopo la decollazione, cessando affatto al finire del quarto minuto. Allora essendosi punta con uno stile la midolla spinale, le convulsioni rinnovaronsi in tutta la faccia, nella lingua e negli occhi; ma questi più non rispondevano alle fattevi irritazioni. Trascorso il sesto minuto, era cessata ogni contrazione.

Durante questi esperimenti il corpo rimasto sospeso manifestò viva agitazione che cessò poco a poco e cui subentrarono contrazioni delle fibrille che durarono più di un' ora, ma questa ultima circostanza osservasi sempre in qualunque modo che l' animale siasi ucciso. Quaranta vitelli e 50 castrati decapitati in tal modo presentarono tutti gli stessi fenomeni.

Queste esperienze provano che un bue soffre maggiormente uccidendolo col taglio della midolla spinale o decapitandolo che uccidendolo a colpi di maglio; la percossa di questo producendo un immediato sbalordimento impedisce all'animale di soffrire, poichè il salasso fattovi sul momento estingueva la vita prima che la testa abbia potuto riprendere i sensi. Queste osservazioni conducono a tristi riflessi sulle sofferenze di quelli che sono condannati a perdere la vita col taglio della testa.

Sembra pertanto finora che il metodo meno crudele per uccidere i buoi sia quello col maglio, benchè le apparenze mostrino il contrario, e risulta non esser giuste le accuse datesi a questo metodo dal Francoeur nell' articolo del Dizionario. Ciò ritenuto, vediamo in qual guisa si faccia questa operazione e le successive, che sono quelle che costituiscono l' arte propriamente del macellaio.

Gli strumenti ed utensili onde servonsi gli operai per uccidere gli animali e ridurli in pezzi sono: un asse o banco, varii coltelli di forze e peso diversi; un' ascia per levare le corna; degli acciarini per affilare

i coltelli, una spranga di ferro per preparare il bue ad essere soffiato; un maglio di ferro per uccidere i buoi; una grossa corda per attaccarli all' anello nel luogo dove hanno ad essere uccisi; finalmente dei mantici per enfiare i buoi.

Quando si vuol uccidere un bove, il macellaio ordina ad un garzone di prendere la corda e portasi nella stalla dove tastando i buoi sceglie quello che gli sembra migliore, quindi il garzone gli pone al collo la corda e lo conduce nel luogo ove deve essere ucciso, battendo col bastone i piedi posteriori del bue per farlo camminare se fosse renitente. Il bue diretto in tal guisa giugne al luogo del macello, opponendo una certa resistenza che vincesi con la forza, la destrezza ed il coraggio dei macellai. Attaccasi ivi in maniera solidissima all' anello per ciò preparato, mediante la corda doppiamente intrecciata tra le corna. L' assistente prende allora il maglio di ferro e percuote con esso violentemente fra le corna il bue che cade con grande strepito; frattanto i colpi di maglio succedonsi rapidamente finchè il bue mandi l' ultimo respiro, il quale indica potersi senza pericolo operare il salasso. Vidersi talvolta i buoi non cadere sotto i primi colpi del maglio, ed anzi taluni resistere al terribile colpo ripetuto più che 100 volte; questi casi però sono rarissimi e vengono cagionati dalla conformazione della testa, la cui parte ossea e molle non può reagire sulla massa cerebrale. Immediatamente dopo il macellaio mettesi dietro al collo dell' animale, e tenendone ferma la testa premendola col ginocchio diritto, ne apre il collo con una lunga incisione allargata anche un po' trasversalmente dietro la laringe. Leva prima le glandule, poscia immerge il suo coltello che taglia l' arteria aorta scolando allora il sangue abbondantemente, potendosi valutare a due secchii la quantità che ne dà ciascun bue. Durante questa operazione, od anche prima di cominciarla, un altro assistente passa una corda intorno al piede sinistro anteriore del bue; ne tiene l' estremità poggiandosi sulla parte posteriore dell' animale e ne preme i fianchi col destro piede per agevolare l' uscita del sangue. Fatto il dissanguamento, il capo beccaio stacca le corna con l' ascia destinata a questo uso; in appresso il bue mettesi sulla schiena con la testa volta a diritta, mettendovi biette sul lato sinistro per tenerlo in equilibrio. Tagliansi immediatamente i quattro piedi e si separano dai tendini che servono alla fabbrica della colla forte; i piedi adoperansi per fare l' olio ed il carbone animale. Dopo tagliati i piedi si praticano due fori nel cuoio, l' uno vicino all' altro verso il collo, ed introducesi in questi fori una spranga un po' curva affinchè si possa eseguire con più facilità l'enfiamento; alle spranghe curve tengono dietro le canne di due soffietti, coi quali enfiasi il bue, nel qual frattempo un assistente batte con una stecca su tutte le parti del corpo perchè l'aria si distribuisca ugualmente nelle carni. Prima di questo enfiamento del bue il macellaio ha cura di evitare la uscita delle materie contenute nello stomaco; apresi quindi il cuoio dall' ano fino al collo, e si incomincia la sezione dell' animale. Quando si è giunti con questa fino al dorso del bue si apre alla sua volta anche il corpo, il petto e la parte che è di mezzo fra le cosce. Levasi dapprima la lingua, poscia quella parte di grasso che inviluppa gli intestini. Passasi quindi un forte uncino di legno nei garetti dell' animale e se lo attacca alla corda del verricello, sollevando quindi il bue all' altezza necessaria per facilitare il votamento e lo scarnamento. Le prime operazioni sono di levare gli interiori; poscia levansi il fegato, la milza ed il fiele; finalmente un doppio colpo di coltello stacca il polmone ed il cuore che cadono insieme.

Mentre dura questa operazione un assistente termina lo scarnamento della schiena dell' animale che ben presto è finito. Il cuoio piegasi immediatamente con molta diligenza. Il capo macellaio taglia allora e leva, con destrezza veramente mirabile, le due spalle. Poi facendo scendere il bue sopra travi destinati a questo uso, lo fende in due parti con un grande coltello. Questo lavoro fatto da abili operai non dura più di 20 a 25 minuti.

I vitelli sono difficili a condursi al macello perchè capricciosi; quando vi sono giunti si attaccano coi piedi posteriori alla corda del verricello e si sollevano con la testa abbasso, apresi loro il collo con larga ferita che fa spruzzare il sangue con forza copiosamente; in questa posizione la testa del povero animale conserva tutta la sua vitalità; respira ancora pei bronchi, i cui suoni frequenti e soffocati odonsi per sei minuti e più; quando è interamente sgocciato il sangue si cala il vitello per porlo sopra un banco, dove poi si tagliano prima i piedi, poi lo si enfia, quindi lo si spacca fino al dosso, separando ben presto la parte fra le cosce e passando l' uncino ai garetti. Sollevasi il vitello così preparato e se lo vuota come il bue.

Anche i castrati sono difficili a condursi nel macello, dipendendo il loro ingresso dalla buona volontà del primo che si presenta alla porta, poichè se questo fugge, tutti gli altri lo seguono, nè gli uomini od i cani possono più trattenerli; non si giugne talvolta a costringerli a portarsi nel luogo ove si devono uccidere, che dopo due o tre quarti di ora di fatiche e di corse.

I castrati pongonsi allora sopra un banco e si incrociano loro le gambe posteriori per privarli della facoltà di camminare; quindi appoggiasi il ginocchio destro sul corpo dell' animale, se gli prende la testa con la mano sinistra, e se gli apre il collo con un colpo di coltello. Gli spasimi del castrato così sgozzato durano da tre a quattro minuti. Tagliansi in seguito i piedi, poscia si soffia per un foro fatto alla spalla. Levasi la pelle in meno di un minuto e sospendesi il castrato scorticato in tal guisa ad una cavicchia per vuotarlo.

I risultamenti di tutti questi lavori sono importantissimi quando si rifletta alle varie industrie cui danno origine. La carne serve di nutrimento, le pelli alimentano le fabbriche dei cuoi e quelle dei conciatori in alluda, dalle quali derivano poscia le arti dei calzolai, dei carrozzai, dei sellai, dei baulai, dei legatori, dei cappellai, dei guantai e simili. Il sevo ridotto in candele od in pomate dà alimento al commercio dei droghieri e dei profumieri. Viene in appresso il commercio speciale delle trippe, ed altre simili minute parti dei bestiami, provenienti dagli organi interni, delle teste e dei piedi dei castrati e delle teste di bue o di vacca. Per dare un' idea della importanza di questo commercio basta dire che a Parigi si vendono ogni anno soltanto pel nutrimento dei gatti per 325000 franchi di polmoni di bue e di vacca; non bastano per questi animali tutti i cuori ed i polmoni dei buoi e delle vacche che approvvigionano Parigi, vale a dire 80,000 cuori e polmoni, ma ne occorrono altri 12,000 che si comperano nei sobborghi. Già si disse che i piedi dei buoi ed i loro tendini alimentano le fabbriche di olio animale e di gelatina. Le corna e le ugne dei buoi e delle vacche si adoperano dai pettinagnoli, dagli scatolai e dai fabbricatori di coltelli; le ugne dei vitelli e dei castrati non che il pelo, e la lana più corti levati via nello spelamento dei piedi, vengono spediti per servire di concime agli ulivi. Anche il sangue degli animali ha il suo valore, e quello dei macelli di Parigi è accaparrato da un chimico che lo paga 28,000 franchi all' anno per prepararlo e

venderlo ai raffinatori di zucchero; adoperasi inoltre in altre arti. Gli intestini vengono anch' essi utilizzati nelle fabbriche dei minugiai; gli altri residui vendonsi per letame. Termineremo col far osservare come il solo lavoro dei macelli di Parigi, compresovi il valore del bestiame, metta in giro ogni anno un capitale, che si può valutare alla somma di 65 a 70 milioni.

Terminati i lavori del macello distribuisconsi le carni nei luoghi ove si hanno a vendere, ove si preparano nel modo seguente. Il mezzo bue deponesi sul banco o zocco, ove si comincia dal separare il petto dai fianchi con un coltello comune; poi liberasi la punta del filetto che tiene alla parte fra le coscie, seguendolo fino alla prima giuntura, ove segasi l' osso che separa il lombo dalla culatta; alla sesta o settima giuntura separansi le costole dal *lombo. In seguito* dividonsi le varie parti secondo il bisogno del compratore. La spalla si taglia in due pezzi e suddividesi per la vendita; finalmente la coscia tagliasi in quattro pezzi principali che sono i più succulenti dopo i filetti ed i lombi; talvolta anche i lombi possono dividersi in varii pezzi per renderne più facile la vendita.

Il vitello giunto al luogo ove dee vendersi, si separa in due parti principali e quindi in varie altre, il valore delle quali varia secondo la posizione che occupavano nell' animale. Le migliori sono quelle fra le cosce e l' arnione; poscia vengono le cosce, le spalle e simili.

Anche i castrati dividonsi in due; i pezzi migliori sono le coscie, dopo le quali vengono le costolette al numero di 12, quindi il petto, il collo e le spalle. La testa ed i piedi, non che il polmone, il fegato ed altri interiori del vitello, appartengono pure al commercio dei carnami e si vendono dai macellai. A Parigi le botteghe ove si vendono i carnami sono tenute con grande nettezza, ammattonate con molta cura, cinte di un pannolino sempre bianco; hanno bilance di ottone lucenti, tavole di marmo ed acqua contenuta in vasi eleganti, le quali cose danno loro un aspetto di lusso che toglie, almeno in parte, la ripugnanza che desta naturalmente l' aspetto dei carnami crudi.

Oggetto d' importanza grandissima per quelli che vendono i carnami al minuto, si è la loro CONSERVAZIONE. Grediamo pertanto di parlare alquanto su tale argomento, in aggiunta a quanto si è detto a quella parola ed in altri articoli, come quelli AFFUMARE, SALARE e simili. In generale le carni si putrefanno più o meno prontamente secondo che contengono più o meno di acqua, ed è perciò che quella degli animali giovani si corrompe più presto di quella dei vecchii. Nessuno ignora poi essere il freddo assolutamente favorevole alla carne, così molti popoli settentrionali la conservano nella neve tutto l' inverno, ed anche nei paesi caldi, viene preservata dalla putrefazione col metterla in cantine molto fresche od in pozzi profondi con le precauzioni necessarie, affinchè l' acqua non possa penetrare nei vasi in cui è chiusa. Molti la conservano pure nelle ghiacciaie o nel ghiaccio; ma in tal guisa perde molto del suo sapore. Si trovò pur vantaggioso il sospendere le carni nel cammino di un locale abitato, ove non facciasi fuoco, la ventilazione che ivi naturalmente producesi valendo a tenerla in salvo dal caldo, dai temporali e dalle mosche. Il Balard suggerisce di bruciare alle finestre ed altre aperture del luogo ove si tengono le carni macellate, alcuni pezzi di fune, sicchè ardano lentamente senza fiamma, ma con molto fumo per allontanare gli insetti. Può conservarsi la carne per otto giorni dopo tagliata in pezzi collocandola in un barile pieno di crusca,

comprimendo questa con forza e ponendo il tutto in una cantina. In Olanda impiegasi da molto tempo un metodo analogo per conservare la carne anche più di 15 giorni nella state, bastando porla in vasi di terra o di legno e coprirla con carbone in polvere ben compresso, affinchè venga a contatto con tutti i punti dell' oggetto da conservarsi. Basta lavare accuratamente la carne al momento di cuocerla. Nei paesi dove abbonda il latte può tornar utile il metodo praticato da Tiercelin per conservare per otto giorni e più nella state la carne. Ponesi questa appena venuta dal macello in vasi più alti che larghi ripieni di latte, in modo che questo la copra per una grossezza di 6 a 8 centimetri. Volendo servirsi della carne, estraggesi del latte rappreso e gettasi in un secchio di acqua fresca per togliere il latte rimastovi aderente. Assicura che in tal modo, non solo la carne si conserva benissimo, ma diventa eziandio molto tenera e di ottimo gusto. Nelle isole d' America si conserva la carne per molti mesi e rendesi tenera, a quanto si dice, mediante una salamoia speciale. (V. SALAGIONE).

Molti studii sulla conservazione delle vivande alimentari e dei carnami precipuamente fece il Gannal, le cui idee su tale proposito risalgono fino a circa il 1820. Non potendo allora ripetere, per mancanza di mezzi, i suoi esperimenti sopra animali interi, come era necessario per renderli pienamente convincenti, applicò i di lui metodi alla conservazione dei cadaveri umani, ed avendo trovato nella direzione degli ospitali uomini capaci di intenderlo, potè col loro mezzo fare i suoi sperimenti senza proprio aggravio, in quei modi e con quei risultamenti che si indicarono all' articolo IMBALSAMAZIONE (Tomo XIII, di questo Supplemento, pagina 343). Avendogli in appresso le circostanze mutate permesso di riprendere il suo lavoro, ebbe modo di convincersi sempre più della bontà del suo metodo, del quale pertanto faremo qui parola con qualche estensione.

In una Memoria da lui pubblicata sulla gelatina fece osservare come si confondessero, a suo credere, sotto un nome generale tre parti ben distinte e diverse per la loro proprietà, cioè la gelina *(geline)* il gelo *(gélee)* e la gelatina. Provò che la gelina, materia organizzata, tiene proprietà chimiche e fisiche speciali e ben distinte; che il gelo è un nuovo prodotto che nasce all' atto della decomposizione della gelina assoggettata all' azione simultanea del calore e dell' acqua; finalmente che la gelatina o colla, forse è una terza sostanza particolare che risulta pure dall' azione dell' aria e del calore sul gelo. Dimostrò inoltre la gelina e l' albumina essere le sole, per quanto crede, fra le materie animali che passino spontaneamente alla fermentazione putrida; e questa, a circostanze uguali pel resto, essere tanto più rapida quanto più sono abbondanti i suoi elementi.

Posti questi principii esaminò il Gannal quali mezzi siensi impiegati finora per sospendere od impedire questa fermentazione. Da tempo immemorabile si fa uso del sale comune per salare le vivande e questo è il metodo adoperato generalmente, e tuttora oggidì quasi l' unico di conservazione. Indagò perciò il Gannal quale azione doveva produrre il sale marino sulla carne muscolare, e se questa rimanga nel suo stato normale, oppure se abbia provato una semplice modificazione, un cangiamento compiuto od una alterazione qualunque. Osservò pertanto quali sieno i mezzi adoperati nella preparazione delle carni che si vogliono conservare col mezzo del sale. Quando l' animale è macellato se lo vuota, poi se lo scortica, quindi, dappoichè è raffreddato, lo si divide in pezzi di un medio-

cre volume. Questi pezzi vengono quindi ammucchiati in vasche o salatoi e coperti di un grosso strato di sale. È evidente che in questa prima operazione, il sale, a motivo della sua affinità per l' acqua, si impadronisce di tutta la porzione di questo liquido che la carne può abbandonargli. Il sale agisce adunque e preserva per diseccamento, e non ha che una azione media e secondaria sugli elementi di decomposizione, limitandosi a ritardare la dissoluzione delle materie animali. Perciò nei grandi stabilimenti di salagione si è costretti di rimuovere più volte la stessa carne e di batterla e lacerarla altresì mediante uncini di ferro, con lo scopo di far penetrare il sale nei grossi muscoli. Siccome però con questi mezzi meccanici non si possono giugnere tutte le parti carnute, così i pezzi più grossi presentano sempre nel loro interno alcune parti più o meno *alterate dalla putrefazione* mentre quelle che *sono alla* superficie o che hanno subìto una divisione troppo grande sono divenute quasi immangiabili per la quantità di sale che vi si è fissata e diremmo quasi combinata.

Questo metodo di salagione presenta adunque, secondo Gannal, alcuni gravi inconvenienti: 1.° di non ben conservare le carni; 2.° di salarle con troppa forza alla periferia, e di renderle perciò nocive alla salute; 3.° di esigere inoltre un lavoro lungo e faticoso; 4.° finalmente di costare assai caro, occorrendo metà di sale della quantità di carne da prepararsi, a tal che un bue di 600 chilogrammi ne esige non meno di 300 di sale. L' arte del salatore ha qualche influenza sulla qualità della preparazione ed il prodotto varia altresì secondo il metodo adoperato; ma questa differenza quantunque importante non è che accessoria.

Talvolta per assicurare una buona conservazione delle carni, si espongono così salate all' azione di una corrente d' aria calda carica di fumo di legna; ma questa pratica non ha altro scopo che di compiere il diseccamento della carne salata che si vuol conservare all' aria libera.

Ultimamente Appert scoperse un nuovo metodo per conservare non solo la carne, ma ogni sorta di preparazione alimentare. Il suo metodo, che venne descritto all' articolo Conservazione, riesce assai bene e tornò già assai utile; ma presenta alcune difficoltà pratiche, oltre all' essere assai dispendioso: con esso invero ogni preparazione dee chiudersi in un vaso di latta ermeticamente. Si comprende che se vi ha la menoma fessura, tutta la preparazione è perduta e che il costo dei vasi cagiona spese non lievi. Nelle esposizioni industriali in Francia videsi alcuni saggi di vivande e di carnami preparati per la conservazione, ed alcuni dei quali presentavano anche un aspetto soddisfacente, ma gli autori tenevano secreti i metodi della loro preparazione. Essendo a tal punto il ploblema della conservazione delle sostanze alimentari, dopo studiati i metodi conosciuti, Gannal credette utile di cercarne di più semplici e di più efficaci.

Dietro la spiegazione teorica da lui data che indicammo precedentemente è facile comprendere che nel suo metodo adottò per principio la idea di modificare la gelina e l' albumina, in tal guisa che queste due sostanze non possano più provare la fermentazione putrida, ciò che avviene di fatto assoggettando queste materie all'azione di un sale d' allume solubile. Per giugnere a produrre una compiuta reazione è facile comprendere doversi procedere per iniezione. Fino a qui la cosa facilmente comprendesi e sembra assai semplice ad eseguirsi. In vero ecco le condizioni del problema da sciogliersi: determinato il sale di allumina e la quantità che occorre introdurne per impedire la putrefazione,

la carne preparata non dee contrarre alcun gusto particolare nè perdere alcuna delle qualità della carne fresca. Conveniva quindi adoperare un sale che non potesse dare alcun gusto estraneo alla carne nè introdurre in essa sostanze nocive alla salute.

Il solfato semplice di allumina è a basso prezzo; ma la sua reazione sui sali contenuti nella carne produce evidentemente solfati di soda, di potassa e di calce, sali che hanno un sapore loro proprio, e che sono nocivi alla salute.

L' acetato è un sale la cui preparazione presenta alcune difficoltà, e che non è facile neppure a conservarsi nè a trasportarsi, non potendosi ottenerlo che liquido; d' altra parte il suo odore ed il suo gusto sono di ostacolo a questo uso.

Nel principio delle sue esperienze Gannal aveva adoperato il cloruro di alluminio con cattivo successo, che aveva attribuito all' azione di quello; avendo tuttavia ripetuto queste prove, conobbe che i primi suoi tentativi erano falliti, perchè il sale onde si era servito era mal preparato avendovi un eccesso di acido. Inoltre il cloruro di alluminio, cui non erasi fino ad ora trovato alcun uso, non fabbricavasi in grande, ed il Gannal stesso dichiara non essere giunto a preparare questo sale nello stato di purezza conveniente alle prove che voleva fare se non dopo ripetuti tentativi.

Era egli del resto teoricamente convinto che la carne conservata con questo sale puro non doveva avere alcun ingrato sapore, e perchè la quantità adoperatane era assai piccola, e perchè dalla reazione che doveva accadere non poteva risultare che una piccola quantità di cloruri di potassio, di sodio e di calcio, sali che si adoperano giornalmente nelle famiglie o che trovansi contenuti nella carne muscolare. Quanto alla porzione di allumina introdotta nella materia animale riducesi questa a sì piccola proporzione da non meritar di parlarne.

L' allume adoperasi tutto giorno dai medici nella terapeutica. Questo sale agisce per solito come astringente, ma non produce questo effetto se non in quanto è allo stato di sale, vale a dire in fino a che l' allumina rimane combinata ad un acido, mentre invece nella operazione per conservare le carni, il sale di allume essendo introdotto per iniezione, la reazione che si produce sui succhi gelatinoso ed albuminoso della carne, decompone questo sale e torna l' allumina che ne forma la base allo stato di polvere bianca insolubile, e senza azione alcuna sulla economia animale. Si sa invero che l' argilla serve benissimo per alcune operazioni della fabbricazione degli zuccheri, nè si adopererebbe a tal uopo se fosse nociva. Si sa del pari che le acque della Senna non filtrate ne tengono sospese grande quantità senza che perciò queglino che ne fanno uso in tale stato provino alcun incomodo, quantunque ne prendano senza esagerazione dieci volte più che facendo uso delle vivande conservate col metodo di Gannal.

Verificate tutte queste cose rimaneva a stabilire qual grado di concentrazione convenisse dare al liquido per assicurare la conservazione senza aggiugnere inutilmente una proporzione troppo grande del sale. Ripetute esperienze fatte dal Gannal gli dimostrarono, che il liquido doveva adoperarsi a 10° dell' areometro di Beaumè il che corrisponde ad un chilogramma di cloruro di alluminio puro e secco per 5 litri di acqua. Riconobbe inoltre che per assicurare la conservazione compiuta di un bue intero di mezzana statura bastavano ordinariamente 10 litri di liquido, cioè 2 chilogrammi del sale.

Quanto al prezzo del cloruro di alluminio, fissandolo a 6 franchi al chilogramma, quantunque dovrà ribassarsi a misura che l' uso se ne diffonda, si può

calcolare che un bue apparecchiato col metodo di Gannal non costerà più che 12 franchi, ed il Gannal stesso crede poter assicurare che si giugnerà a preparare il cloruro di alluminio ad un prezzo che ridurrà questa spesa a meno di 4 franchi.

La pratica della operazione è semplicissima. Dappoichè l' animale è atterrato con un colpo sulla fronte se gli apre la carotide e la giugulare da un lato, facendo una incisione dalla laringe fino al disotto dei due vasi che abbiamo indicati, quindi con rapido movimento sollevasi l' istromento tagliente che fende le parti e permette a tutto il sangue di uscire. Quando il sangue ha cessato di colare introducesi d' alto in basso un sifone nella carotide, si fa una legatura alla parte superiore per evitare il retrocedimento del liquido, si fa la legatura delle due aperture della giugulare, poscia introducesi il liquido con rapida iniezione. Lo stromento più conveniente per tale operazione è un tubo di tela impermeabile lungo due metri e del diametro di 3 centimetri al basso e di 5 centimetri alla parte superiore, il qual tubo dee essere fissato al sifone che è di legno o di corno. Tosto che si vede che l'animale è bene injettato, vale a dire quando non entra più liquido da una parte, e vedonsi dall' altra ben gonfiate le vene sotto-cutanee, strignesi il tubo di tela fra due dita, e con leggera pressione scendesi lungo la colonna; in tal guisa può aumentarsi la quantità del liquido nell' interno del corpo dell' animale; finalmente si fa una legatura al disotto del sifone, poscia se lo ritrae. Venti minuti dopo aver finita questa operazione si scortica l' animale, poi se lo vuota e finalmente se lo riduce in pezzi coi soliti metodi usati nei macelli.

Quando l' animale fu dissanguato perfettamente, che è una della cose più importanti della operazione, e quando la iniezione si è fatta a dovere, è difficile scorgere che siasi introdotta nel corpo dell' animale una sostanza straniera, ed il macellaio incaricato da Gannal di tagliare gli animali da lui preparati, non si avvidde giammai che vi si fosse fatta qualche insolita preparazione; il solo punto ove la iniezione lasciava qualche indizio era nei polmoni che si trovarono sempre appassiti e scolorati. Quando l' animale è tagliato ed esposto all' aria si lascia la carne in questo stato fino a tanto che sia raffreddata, al che bastano 24 ore. La sola precauzione da prendersi è di evitare che le mosche vi possano deporre le loro uova. La carne che si vuol conservare per un certo tempo, cioè circa un mese nell' inverno e 12 a 15 giorni durante la state non richiede altra preparazione, bastando sospenderla in luogo asciutto, fresco e ventilato ove le mosche non possono penetrare. Quando abbiasi intenzione di conservarla più a lungo conviene prepararla con uno dei metodi seguenti: 1.° si lava la carne in acqua che tenga in soluzione del cloruro di sodio segnando 10 gradi, ed una soluzione di cloruro di alluminio mesciuti entrambi a parti ugnali. Si è indicato in addietro come un chilogramma di sale bastasse per ottenere questo grado areometrico in 5 litri di acqua. Lo scopo principale di questa operazione è quello di levare quella parte di sangue cagliato od altro che potesse rimanere aderente alla carne, come pure la mucosità la quale potesse riuscire nociva alla conservazione; finito questo lavacro si applica la carne all' uso cui è destinata, quella da seccarsi si sospende in una stanza riscaldata mediante una corrente di aria calda; si può seccarla perfettamente all' aria libera, essendo allora però necessario prendere precauzioni contro le mosche. Si comprende potersi facilmente affumare le carni sosti-

tuendo alla corrente d' aria calda una di fumo di legno. Quando la carne è seccata deesi imballarla in botti chiuse ermeticamente e porla in luoghi asciutti, per conservarla quanto a lungo si vuole. Per servirsi di questa carne basta tuffarla per 24 ore nell' acqua, e siccome non è salata, così il gonfiamento può facilmente operarsi anche nell' acqua di mare.

Se vuolsi conservare la carne fresca, convien operare diversamente. Dappoichè è lavata la si stiva in barili a quel modo che si pratica nelle officine di salagione della marina: quando il barile è pieno si riempiono gli interstizii con un miscuglio simile a quello che ha servito pel lavacro, quindi si chiude la botte. Il bagno aggiuntovi non contribuisce gran fatto alla conservazione della carne, ma le impedisce di ammuffirsi alla superficie.

Nei saggi fatti da Gannal si aperse un barile dopo tre mesi per estrarne una coscia di castrato che venne arrostita e mangiata, e trovossi assai buona; ma non essendosi tornato a chiudere a dovere il barile, ne uscì il liquido, e la carne rimase a secco; si trovò quindi coperta di un leggero strato di muffa e scolorita, avendo del resto conservate tutte le sue qualità. È inutile il dire che ogni qual volta si leva la carne dalla salamoia, è duopo lavarla bene prima di adoperarla, nè occorre farla bollire che circa la metà del tempo necessario per le carni fresche.

Gannal dichiara aver fatto molte prove inutili nei 15 anni trascorsi dacchè si occupa di tale problema, ma crederlo abbastanza compiuto e fondato sopra principii scientifici per meritare d' essere fatto conoscere al pubblico. Egli crede bensì che nella pratica si troveranno alcune modificazioni da fare alle indicazioni da lui proposte, ma stima che questi cangiamenti non potranno venir suggeriti che dalla applicazione in grande del suo metodo.

Riassumendo il Gannal considera, come un acquisto per la scienza la dimostrazione delle proposizioni seguenti:

1.° La gelina è l'albumina sono le due sole materie animali che passino spontaneamente alla fermentazione putrida.

2.° I sali solubili d' allume si decompongono combinandosi alla gelina ed alla albumina per dar origine a nuovi composti non marcescibili.

3.° Fra tutti i sali di allumina, il cloruro è il solo che si possa adoperare per la preparazione delle carni alimentari.

4.° La carne così preparata non contrae alcun particolare sapore, nè può in alcun modo reagire sull' economia animale.

La teorica da una parte e dall' altra esperimenti cogli uomini, e sopra 12 cani alimentati con queste carni per tre mesi, ed occupati sempre nei più faticosi lavori sono le prove che adduce il Gannal della verità delle sue asserzioni.

Ultimamente F. Bevan suggerì un'altro mezzo di conservazione delle carni che consiste semplicemente nel porle in un vaso in cui facevasi il vuoto mediante il vapore o con qualsiasi altro mezzo, introducendovi quindi gelatina fusa la quale, per la pressione dell' aria, entrasse ad occupare tutti gli interstizii rimasti vuoti. Accenniamo soltanto questo metodo perchè non sappiamo che siensene fatte esperienze, e, dietro i principii esposti da Gannal, non sembra dare molta speranza di buon sucesso.

(A. Bixio — F. Malepeyre — L. Ch. Bizet — Tiercelin — Gannal).

MACELLO. I macelli casualmente frammisti alle abitazioni cittadine, riescono insalubri, fastidiosi, indecenti incomodi all' uso, malagevoli ad invigilarsi. Rimossi dagli occhi e dalle nari degli abitanti, raccolti con opportuno ordine in luogo appartato, ventilato, provvisto di

acque correnti, riescono mondi, comodissimi, e recano migliore prodotto; poichè l'industria può ritrarre dagli avanzi animali una gran copia di sostanze, che altrimenti, invece di servire alle arti, vanno disperse a spandere odiose infezioni.

La prima grandiosa riforma dei macelli venne intrapresa nel 1810 a Parigi, città dove la naturale sporchezza faceva più vivamente sentire il bisogno delle cure edilizie per la salute civica. Nel giro di otto anni quella città potè mostrare a modello di queste costruzioni i suoi macelli del Roule, di Villejuif, Grénelle, Ménilmontant e Montmartre. Le altre città francesi seguirono l'utile esempio, Marsiglia, Tolosa, Lilla, Tarascon, Périgueux, Cette, Puy, Clermont-Ferrand, Nantes, Lorient e Hâvre. È singolare che Londra manchi tuttora di questa pubblica decenza e comodità.

Della costruzione di questo genere di *edifizii in generale* si parlò alquanto a lungo nel Dizionario, dando anche un piano di quelli di Parigi; qui pertanto non ci resta che di aggiugnere alcune osservazioni su certi particolari della costruzione medesima.

I locali destinati propriamente all'uccisione degli animali devono essere necessariamente selciati e costruiti fino ad una certa altezza di pietre vive dure per resistere ai lavacri che conviene farvi ad ogni istante della giornata. Inoltre è duopo che per la posizione e grossezza del muro non che per la disposizione del tetto v'abbia nel loro interno una freschezza continua, necessaria non solo per la conservazione della carne l'estate; ma eziandio per impedire che le mosche vi entrino, essendosi osservato che questi insetti non penetrano mai nei macelli disposti in tal guisa. Questo fatto viene asserito da Huzard il senione che lo ha riconosciuto a Strasburgo, a Zurigo, a Sciaffusa, a Ginevra ed in altri luoghi della Svizzera, non essendovi riparo di tela metallica che possa stare per questo riguardo a confronto con una temperatura inferiore di alcuni gradi a quella dell'atmosfera circostante.

Non si può mai raccomandare di troppo l'importanza di impedire che i topi, tanto abbondanti nei condotti e nelle fogne dei macelli, penetrino in questi edifizii. Sfortunatamente tutte le precauzioni presesi finora per tale oggetto furono insufficienti, non essendosi potuto impedire a questi animali di guastare pezzi interi di selciato, di danneggiare i muri solidamente costruiti, e di rodere i piombi ed i legni. In generale la esecuzione dei macelli dee farsi con la più grande semplicità, ma in pari tempo con tutta la solidità conveniente. La pietra molare giova per le parti apparenti all'esterno, con catene ed archi di pietra tenera. Nell'interno delle stalle pei buoi e per le pecore, grandi archi di pietra sostengono le varie travate dei solai e dei tetti, per evitare l'uso del legname più che si può. La ossatura di questi solai è dappertutto apparente, eccettochè ivi dove cucinansi gli interiori, ove si fa un soffitto di malta e graticci per nettezza. I tetti meritano particolare attenzione pel grande risalto che loro si lascia all'esterno, il quale è di circa 3 metri, e serve a mantenere nell'interno quella continua freschezza di cui notammo testè l'importanza, permettendo inoltre di caricare le carni al coperto.

Altra volta eransi stabiliti sotto i tetti vasti seccatoi per distendervi le pelli; ma questi sono divenuti inutili dappoichè queste pelli vengono comperate ordinariamente subito dopo levate dagli animali.

Si è detto nel Dizionario qual grande quantità di acqua occorra nei macelli pei continui lavacri, e vedemmo come talora si adoperi per innalzarla, una macchina a vapore. Vennero a questa però sostituiti

ci in molti macelli meccanismi mossi da cavalli che riescono più comodi e più economici per un servigio, come si è questo, non continuato. I serbatoi per l' acqua che si sogliono fare di legname foderati di piombo presentano gravi inconvenienti pel cedimento del legname, e per le fessure che si formano nel piombo per effetto di questo cedimento, o pei movimenti di dilatazione o contrazione cui va soggetto. Nel macello di Villejuif di Parigi avvene dieci tutti costruiti sopra volte e fatti di pietra molare intonacata di cemento idraulico. Diedero questi ottimo successo, benchè alcuni di essi sieno di grandi dimensioni, giugnendo fino a 55 metri di lunghezza sopra 5 di larghezza ed uno di profondità, il che dà una capacità di 180 metri cubici.

Ogni macello dee avere un piccolo letamaio destinato a ricevere tutte le materie che si trovano negli stomachi e negli intestini degli animali; putrefacendosi queste con estrema rapidità mandano infetto odore, pel che questo letamaio dee relegarsi nella parte più remota dello stabilimento, levandone tutti i giorni le materie depostevi, e lavandolo con un condotto a chiave particolare disposto all' ingresso di esso. Questa fogna in cui penetrano sempre resti di materie animali, pezzi di intestini, sangue, e specialmente materie metà digerite, e che contengono molti succhi gastrici, diffonde un odore ben più infetto delle fogne solite, che varia secondo la stagione, la quantità di acqua inviatavi e la maniera come è tenuta. Un grande condotto che attraversa tutta la fabbrica dee raccorre le acque immonde e versarle in questa fogna, od altrove. Dee questo farsi di pietre che non patiscano pegli acidi, e quindi le calcari non servono. Conviene che abbia la volta a semicerchio, ed un metro di larghezza e due d' altezza, perchè [illegible] vi possa lavorare comodamente. È bene che le pietre, comunque grandi e ben lavorate, abbiano il summentovato intonaco di mattone pesto e malta idraulica; perchè non si potrebbero altrimenti accomodare in modo che fra le commessure non vi rimanesse acqua, e sarebbero sempre facili a scantonarsi. Al contrario gli acquedotti antichi con tale intonaco si vedono tuttora ben conservati.

Per sopprimere le pestifere esalazioni di questi condotti conviene adoperare il metodo di Déparcieux. Consiste questo nel fare nel pavimento un' apertura circolare, coperta con una grata, e rivestita di dentro con un cono tronco e capovolto di ferro fuso, che scende dentro al condotto ed arriva dentro una fossatella rotonda, ma senza toccarne il fondo. L' acqua colando pel cono riempie la sottoposta fossa, la quale quando è piena trabocca sul piano del condotto, ma non si vuota mai; così l' acqua che si muta sempre per far luogo alla sopravvegnente, intercetta ogni comunicazione fra l' aria interna e la superiore. È questo un trovato che può utilmente applicarsi in molte altre occasioni. Questo metodo di chiusura giova altresì ad impedire ai topi di penetrare nel macello: ma si vede come questa necessità di chiudere ermeticamente le comunicazioni della fogna con l' aria esterna sia una delle cause principali della rapida infezione di essa, pel che conviene lavarla il più spesso possibile con molta acqua e spruzzarla frequentemente. Questa ultima cura è necessaria tanto più spesso quanto meno rapido è il pendio del fondo della fogna, e quanto meno facili e meno abbondanti sono i mezzi di lavacro onde puossi disporre. A Parigi vi sono alcuni macelli le cui fogne hanno ad essere spazzate ogni 5 o 6 giorni, essendovene altri invece che possono abbandonarsi per 5 a 6 settimane senza inconveniente.

Per dimostrare l' utile che si può

ricavare dai pubblici macelli, esporremo minutamente le spese e gli introiti dei macelli di Parigi, i quali del resto furono in molte parti fatti e disfatti, e perchè si pagarono a caro prezzo gli spazii, e perchè gli avvenimenti del tempo ne ritardarono con grave scapito la costruzione, cosicchè la spesa salì a 20 milioni. Ciò nullameno, il frutto riesce ancora del 3 1/2 per cento; il che, vista la grandezza del capitale, non è poco.

Spese e ricavo dei macelli di Parigi.

SPESE DI COSTRUZIONE	IN COMPLESSO	PER METRO QUADRATO SULL'AREA TOTALE
Area dei cinque macelli di metri quadrati 156,500	Fr. 900,000	Fr. 6
Fabbriche	» 17,000,000	» 109
Interessi perduti (1810-1818) .	» 2,100,000	» 13
Totale	Fr. 20,000,000	Fr. 128
(a) Le fabbriche occupano da sè metri quadrati 43,100; e costano in ragione di franchi 395 per metro quadrato di area.		

Ricavo annuo lordo		Fr. 900,000
Spese di conservazione	Fr. 30,000	
Spese di amministrazione	» 140,000	
Totale	Fr. 170,000	» 170,000
Ricavo annuo netto		Fr. 730,000

I macelli pei maiali sono più spiacevoli ancora degli altri pel vicinato, e ciò a motivo dell'odore di questi animali e del loro letame, pei gridi che mandano quando si uccidono, e specialmente pel fumo infetto della paglia con cui si bruciano loro le setole. Talvolta si cerca di evitare l'inconveniente delle grida ordinando che si ammazzino a colpi di maglio prima di scannarli; ma le altre cagioni fanno nascere continui reclami, e duopo è confessare che, quanto ai macelli

dei maiali, resta ancor molto a fare, meritando specialmente l' attenzione dei meccanici il modo attuale di passare sulla fiamma i maiali.

Termineremo questo articolo esponendo un esempio di particolare applicazione dei macelli, riferendo il piano proposto per la città di Napoli da Michele Ruggero nel 1838. Nota egli primieramente che la quantità degli animali ivi consumati nel triennio 1834-36 fu di bovini 23,419, castrati 245,536 e maiali 60,664. Il presente macello, posto in riva al mare verso Portici, è troppo lontano, piccolo, male disposto, e sudicio per difetto d' acqua, che si ricava tutta da un pozzo a forza di braccia. Non ha stalle in vicinanza, ma solo certi pascoli, in cui si abbandonano gli animali. I maiali e i castrati si uccidono qua e là nell' interno dell' abitato, con molta immondezza e insalubrità, con frode all' entrata comunale, ed insulto alla pubblica decenza ed all' umanità del popolo.

Il Ruggero propone pel nuovo edificio un luogo aperto, detto all' Arenaccia, comodo alle principali strade delle provincie, vicino agli acquidotti di Carmignano, di cui potrebbe farsi buon uso. Cinge il locale con una strada apposita, e con una muraglia alta 2.m91, e lo lastrica di pietra; pone sul davanti le stanze per l' amministrazione, i custodi, i finanzieri ed i facchini.

Stabilisce su due linee paralelle alla fronte le otto stalle con sopra i loro fenili. Su quattro linee perpendicolari alla fronte colloca i 32 ammazzatoi, e nel mezzo ad essi il parco pegli animali, circondandolo con uno steccato. Ciascuno suppone dover servire al giornaliero consumo di animali grossi 2 1/2 e castrati 24 1/2 per giorni 310 dell' anno. Fa i tetti sporgenti, come si disse, ma per maggiore fermezza posa le armature sui muri di traverso, prolungati di sopra e voltati in arco. Stabilisce due serbatoi d' acqua, uno per parte; e li divide in tre per poterli partitamente racconciare; li pone sopra terra 5 metri, e li fa capaci di più di 150 metri cubici ciascuno, ciò che fa il doppio dell' acqua necessaria al bisogno di un giorno. E crede che un solo cavallo per serbatoio sia più che bastevole a riempierlo, fondandosi anche sulle tavole del Génieys, che attribuiscono ad un cavallo la forza di sollevare a 1 metro d' altezza 618 metri cubici d' acqua, ossia 618,000 chilogrammi, in ore sei di lavoro quotidiano. Colloca le stalle ed il macello dei maiali nella parte posteriore dell' edifizio, con accesso proprio, e in modo che si possa separarli dal rimanente.

Sui lati colloca i locali pel lavoro del sevo, dei cascami e della sugna. E al di sotto forma cantine ben suddivise per ripostiglio fresco e pulito delle carni. Alle estremità pone i letamai, con libera uscita al di fuori dell' edifizio, e con cancelli di ferro che dieno libero corso ai venti, acciò patiscano meno per l' acqua e pel sudiciume. Per le stesse ragioni di nettezza preferisce le volte alle soffitte di legno. Suppone una sola ampia cloaca, cui facciano capo quattro cloache minori, che raccolgono parecchii condotti più piccoli, collocati in tutte le parti dell' edifizio.

Passa quindi a discutere i vantaggi economici. Il macello attuale produce al comune di Napoli la rendita netta di ducati 2422. Il macello proposto dall' autore costerebbe, come da suo minutissimo conto, 100,000 ducati, e si potrebbe costruire in due anni. Gli interessi, i cavalli, il fuoco, gli inservienti e gli attrezzi importerebbero annui ducati 9077. L' affitto dei macelli, delle stalle, dei fenili, delle cantine, dei magazzini d' ossa, delle fonderie ed il prodotto dei letamai, sommerebbe a 2159,61. Cosicchè, oltre l' in-

teresse del 6 per 100 sulla somma spesa, si avrebbe un lucro di ducati 12472,51, che fa circa diecimila ducati più del ricavo attuale, e sarebbe una bella appendice alla rendita del comune (*a*).

(GOURLIER — PARENT DU CHATELET — MICHELE RUGGERO.)

MACELLO. Luogo, dove si vende la carne macellata, ed è oggidì voce più comune in Toscana di quello che beccheria.

(ALBERTI.)

MACERARE. V. MACERAZIONE.

MACERATOIO. I maceratoi non sono alle volte che spazii nei fiumi, nei laghi e negli stagni destinati alla macerazione della canapa e del lino, ed allora si scelgono quelle località, ove le acque scorrono meno rapide e meno profonde; ma siccome questa operazione produce dei gas, ed una materia mescibile all'acqua, il tutto mortifero pei pesci, così queste specie di maceratoi vengono proibite quasi dappertutto dalla legge.

I maceratoi sono il più delle volte fosse scavate per lo scolo delle acque, o fossi destinati a diseccare le terre paludose, e ricevere il superfluo delle acque d'una fonte, scavi in somma intesi a supplire abitualmente ad un oggetto diverso da quello di macerare la canapa.

Queste sorta di maceratoi possono dirsi maceratoi di circostanza, pel che perdono questo titolo appena levati di là la canapa od il lino.

I veri maceratoi sono fossi di mediocre larghezza, lunghezza e profondità, che stabiliti vengono sulla sponda d'un corso o d'un ammasso d'acqua, od anche soltanto d'un pozzo, e che unicamente si destinano a macerare la canapa ad il lino.

Il maceratoio migliore è quello che si trova in un terreno argilloso, e che può a piacimento ricevere da un lato le sue acque, e lasciarle scolare dall'altro. Queste acque devono arrivarvi alla temperatura dell'atmosfera, affinchè la macerazione vi si termini più presto. Quelli che vengono alimentati da fontane assai vicine, stimansi adunque inferiori a quelli che traggono le loro acque dai ruscelli o dai fiumi, e più ancora dagli stagni.

È cosa riconosciuta, che la macerazione si fa meno bene nelle acque crude, vale a dire, selenitose o calcaree.

La lunghezza e larghezza d'un maceratoio risultano estremamente variabili, e dipendono il più delle volte dalla quantità di canapa, che si ha da farvi macerare ogni anno. Siccome però la macerazione si fa meglio in grandi che in piccole masse, così queste dimensioni converrà che sieno piuttosto grandi che piccole; siccome poi il servizio d'un fosso grande è più difficile di quello d'un fosso mezzano, così opportuno si rende che questi fossi sieno piuttosto ristretti. Due tese di lunghezza ed una di larghezza sembra la grandezza media che meglio convenga.

Quanto alla profondità, questa dee essere sempre di tre a quattro piedi al più, tanto perchè la temperatura vi sia sempre uguale, quanto per poter mettere e levare facilmente e senza pericolo gli strati inferiori dei fastelli di canapa.

Lungi dal risultarne inconvenienti dal trovarsi diversi maceratoi collocati in seguito l'uno dell'altro, dei quali i superiori scarichino le loro acque negli inferiori, porta anzi questa combinazione non pochi vantaggi, perchè le acque che hanno servito a macerare, accelerano la macerazione della nuova canapa.

Vi sono paesi, ove si costruiscono maceratoi di muro, i quali quando non è il tempo della macerazione servono a lavare la biancheria od altri oggetti: bene sarebbe

(*a*) Il ducato si considera uguale a lire 5 austriache.

dei maiali, resta ancor m
tando specialmente l' a
canici il modo attual
fiamma i maiali.

Termineremo qu
do un esempio di p
dei macelli, riferc
per la città di Na
nel 1838. Nota c
quantità degli a
triennio 1834-3
castrati 245.53
sente macello.
so Portici, è t
le disposto, c
che si ricava
braccia. Non
solo certi p
gli animali.
dono qua
con molta
frode all'
pubblica
polo.

Il Ru
un luogo
modo all
vicino a
cui potre
cale con
munaglia
tro: pon
ministrazi
facchini.

Stabili
fronte le
nili. Su
fronte co
mezzo ad
condando
suppone
sumo di
ti 24 1/
l'a i tetti
mag

...are questi animali conviene porli ...antine, poichè la temperatura delle ..., ancorchè poste al settentrione, gli ... prontamente morire.

Da queste ricerche, Parent Duchâtelet aveva dedotto i risultamenti che seguono:

1.° Tutto quello che è stato detto sui pretesi danni ed epizoozie dipendenti dai maceratoi della canapa, non essere probabilmente altro che un effetto di alterata immaginazione, anzichè il frutto della vera osservazione.

2.° I bestiami potersi abbeverare nei maceratoi, senza verun danno per la loro salute; poichè se l'acqua sarà troppo fetida ricuseranno da loro stessi di prenderne, e qualora pure, stimolati dalla sete, ne bevessero di quella che fosse molto fetida, niun danno loro arrecherebbe.

3.° L'acqua che proviene da' maceratoi potere impunemente esser ricevuta nei condotti ove si riuniscono le acque potabili d'un dato paese; poichè il senso del gusto e dell'odorato ci avviseranno se convenga o no rigettarle. Forse da questo fatto si potrebbe dedurne ancora che le acque non cessino di esser potabili, qualora contengano in soluzione una certa quantità di sostanze vegetali.

4.° Muoiono i pesci che si trovano nei maceratoi; ma se, invece di canapa, vi si pongono altre sostanze vegetali, muoiono ugualmente. Oltre di ciò, la temperatura elevata dell'acqua di questi luoghi può contribuire moltissimo a far perire questi animali, che sappiamo essere intolleranti dell'azione del calore. Noi siamo troppo ignoranti della patologia de' pesci, per potere stabilire nulla di preciso in quanto alle cagioni delle loro epizoozie: ma basta al volgo di trovare in un fiume anche un solo fascio di canapa in macerazione, per attribuire a questa cagione la mortalità dei pesci, staremmo per dire, di tutto un fiume.

5.° Essere inutile il vietare, come si fa in alcuni paesi, che le acque de' maceratoi possano scolare ne' fiumi, altro che quando sieno alte le loro acque; perchè queste, ancorchè basse e conseguentemente scarse, non possono ricevere tali quantità di scoli di maceratoi, da acquistare proprietà nocive pei pesci, attesa la tenue quantità di tali acque di scolo a fronte di quelle di un fiume.

6.° Senza aver dati sufficienti per istabilire che la canapa di Egitto sia diversa dalla nostra ne' suoi effetti sulla specie umana, possiamo però asserire che non sussiste la pretesa proprietà narcotica e purgativa della canapa, come si pretendeva in addietro.

7.° Le emanazioni provenienti dalla canapa in macerazione, non sono nocive agli uccelli, ai giovani porcellini d'India, ai polli, e neppure all'uomo, che per varie notti di seguito ed in istanze chiuse si espose a risentirne tutta la influenza.

8.° Sembrare adunque certo, che quanto si disse sul dannoso effetto della canapa e de' suoi maceratoi, sia piuttosto dovuto alle località, nelle quali comunemente si fa macerare la canapa; giacchè si prescelgono a tal oggetto i pantani, i fossi, od i piccoli ruscelli che scorrono nelle praterie, non trascurando inoltre di valutare l'influenza della stagione, che essendo il termine dell'estate, od il principio dell'autunno, è quella appunto, nella quale sono dappertutto più comuni le febbri intermittenti.

Se questi fatti provano da un lato che vi abbia avuto esagerazione nella idea fattasi degli inconvenienti prodotti dai maceratoi, non però possono condurre a stabilire innocua la macerazione e che essa non determini, o non cooperi per lo meno a produrre quelle febbri che veggonsi dominare nelle vicinanze dei maceratoi, e che i pesci non provino alcun tristo effetto dalla introduzione dell'acqua dei maceratoi nei

fiumi. Che la macerazione non sia che una causa indiretta delle febbri autunnali, è cosa certo possibilissima; ma l'influenza che esercita non può esser certo minore di quella delle paludi ed anco degli stagni, e per questo riguardo i maceratoi a corrente costante devono essere meno nocivi di quelli, la cui acqua è stagnante. D' altra parte se lo scorrimento delle acque di un maceratoio avviene continuatamente in un fiume, si comprende che, anche supponendo che abbiano grande azione sul pesce, la piccola quantità che ne arriverà in un dato tempo non basterà a nuocergli, mentre invece, introducendosi tutta ad un tratto l' acqua di un maceratoio stagnante, può produrre la morte del pesce che incontra. Quanto al confronto fra il prodotto della macerazione delle foglie e corteccie di alberi e l'acqua dei maceratoi, ciò non prova nulla, attesa la grandissima differenza che vi ha fra l' azione dell' acqua sulla canapa che prova in seno ad essa un' alterazione putrida ed il contatto di un numero più o meno grande di foglie trascinate dal vento e che s' arrestano alla superficie del liquido. Quanto al miscuglio delle acque dei maceratoi con quelle dei fiumi, ripeteremo quel detto dell' ingegnere inglese, dover l' acqua essere come la moglie di Cesare superiore ad ogni sospetto. L' impossibilità di dare sfogo altrimenti alle acque marcite può sola scusare lo scarico di esse in quelle che servono di bevanda.

Può darsi pertanto che le disposizioni relative ai maceratoi esigano alcune modificazioni; ma occorre un maggior numero di fatti che non se ne possegga attualmente per provare la innocuità di questo genere di industria, e fino a quel punto i governi saggiamente opereranno prendendo le opportune misure. Pariset in vero ultimamente, nel render conto al ministro del commercio ed agricoltura francese di un nuovo metodo da sostituirsi alla macerazione, fa intorno a tale proposito le osservazioni seguenti.

« Conviene aver presente che a misura che l' acqua penetra la gomma per separarne gli elementi, vale a dire l' ossigeno, l' idrogeno, il carbonio, e probabilmente lo zolfo e l' azoto, questi elementi divenuti liberi e mobili non abbandonano la prima loro combinazione che per produrne di nuove, e fra queste se alcune sono indifferenti, altre sono del carattere più pernicioso. I prodotti solubili che ne risultano si spargono nelle acque che avvelenano il pesce, il quale galleggia morto alla superficie. Lasciano sfuggire nell'aria emanazioni che la infettano, e queste, portate dai venti qua e là, traggono seco principii che, assorbiti dalla pelle od introdotti nel sangue dalla respirazione, cagionano dovunque epidemie disastrose. Su questo proposito si accordano i più celebri medici, come Lancisi, Ramazzini, Diemerbroëc ed altri, e se merita fede la lunga esperienza di Neuhold v' hanno alcuni individui cui queste impressioni producono violenti dolori al capo, vertigini, tintinnio negli orecchi, tossi secche, forti, ostinate, cardialgie, emorragie dal naso copiosissime, e finalmente in alcune donne aborti, accompagnati da atroci convulsioni e prontamente mortali.

» La macerazione nell' acqua corrente è ben lungi dal produrre inconvenienti sì gravi, ma la differenza sta soltanto nella frequenza e nel grado. Questa acqua più o meno alterata può camminare nascostamente per vie sotterranee, filtrare nelle sorgenti e mescervi un veleno tanto più pericoloso quanto che non turba la limpidità delle acque. Si citano esempii di avvelenamenti di tal fatta, i quali cagionarono morti che nulla valse ad impedire. Inoltre le acque correnti hanno l' altro difetto che è ben difficile talvolta di assicurarvi la canapa, sicchè un subito crescere

di esse porta via in una notte sovente lo stato di varie famiglie.

» È per evitare questi inconvenienti, se deesi credere a Neuhold, il quale scriveva nel 1733, che vennero in Inghilterra proscritte la coltivazione e la macerazione della canapa, e che per assicurare le enormi provvisioni di questa materia che occorre alla sua marina, l' Inghilterra tiene in Livonia agenti, i quali, non solo comperano anticipatamente tutta la canapa di quel paese, ma la fanno eziandio macerare sotto la loro sorveglianza in bacini disposti ad anfiteatro, regolando questa grande operazione dietro le istruzioni della Società di Edimburgo. In appresso sembra però essersi ripresa questa coltivazione, almeno in alcune parti dell' Inghilterra, poichè Bosc osserva che le acque di macerazione si adoperano ivi per concimare le terre, dando loro una fecondità che ne decupla il valore. È probabile tuttavia che in un clima più caldo, un siffatto concime sparso sopra vaste superficie riuscirebbe funesto.»

Abbenchè, dietro gli esperimenti del Parent Duchâtelet che accennammo, risultino esagerati i timori del Pariset, pure gioverà fra così dubbii pareri adottare alcune misure di precauzione, e le seguenti principalmente.

A. In massima generale un maceratoio dee essere collocato distante dalle abitazioni, perchè le emanazioni di esso, forse nocive alla salute, sono sempre poi disgustose all' odorato.

B. Gioverà piantare sul contorno dei maceratoi alberi grandi che assorbano i gas nocivi e rinnovino l' aria col mezzo delle foglie. Una siepe non produrrebbe lo stesso effetto, perchè opporrebbe un ostacolo ai venti che portano via in gran parte questi gas mano a mano che si svolgono dalla superficie dell' acqua.

C. Costruire quanto più si può alle sponde dei torrenti e dei ruscelli, i fossi o maceratoi con muraglie di pietra, di calcistruzzo, di pozzolana, oppure fabbricate di due graticci, fra i quali mettesi dell' argilla mesciuta con la paglia, avendo cura di battere questa terra affinchè resista all' azione dell' acqua. La parte superiore di questi maceratoi dovrebbe essere un poco più bassa del livello dell'acqua in guisa, che, mediante due aperture, da chiudersi ad arbitrio con una tavola o con una zolla, si potesse a volontà far entrare od uscire l' acqua. Quest' acqua che entra nel maceratoio dovrebbesi ricevere in un tubo fatto di quattro tavole riunite, di cui una più corta, in modo che l' acqua fosse condotta al fondo del fosso. Mercè questo tubo quando la canapa fosse macerata, si introdurrebbe una corrente di acqua nel maceratoio, si scaricherebbe l'acqua putrida, la quale fluirebbe nel ruscello o nel fiume, senza esalare il solito cattivo odore; di più, così si eviterebbe la macerazione nel fiume, che espone la canapa ad essere dispersa nelle circostanze di improvvise innondazioni.

D. Il fondo del maceratoio si coprirà di gronde o di lastre di pietra: il maceratoio poi sarà più o meno grande secondo la quantità della canapa, o secondo che serve a più o meno famiglie.

E. La canapa destinata alla macerazione dee collocarsi sopra una specie di zattera costrutta con pertiche, e che si sommerge a volontà mediante qualche pietra. Converrebbe fare questa zattera in modo che le pietre potessero essere ritirate di sopra la canapa senza che gli operai dovessero entrare nell' acqua del maceratoio.

F. La canapa macerata non si avrebbe a togliere dai maceratoi, se non quando l' acqua putrida dei suddetti fosse rinnovata dall' acqua corrente, giusta l' avvertenza più sopra stabilita, il che si ottiene facendo scorrere l' acqua pura, la quale

cadendo al fondo del maceratoio, sgombera l' acqua della macerazione che fugge pel canaletto praticato alla parte superiore.

G. Nei luoghi, ove le fonti d'acqua sono elevate, e possono essere condotte nei maceratoi approfittandosi del naturale loro pendio, l' acqua fresca dee sempre giugnere da una estremita, e cadere nella parte inferiore, movendo a poco a poco l'acqua della macerazione, la quale dee scaricarsi del pari per un canaletto costrutto alla estremità opposta a quella in cui entra.

H. I maceratoi dovrebbero costruirsi, badando ai venti che ordinariamente soffiano nel paese, acciocchè questi non trasportassero nell' abitato gli effluvii perniciosi che svolgonsi dalla suddetta acqua.

I. In mancanza di sorgenti, di fiumi o di ruscelli, fa duopo gettare al fondo del maceratoio ad acqua stagnante, una certa dose di polvere di carbone.

K. Se nei paesi, ove si pratica la macerazione ad acqua stagnante è possibile la scelta delle località, conviene impiegare l' acqua stagnante più lontana dalle case, e principalmente quelle collocate in senso contrario ai venti della stagione, acciocchè questi non portino gli effluvii nelle abitazioni, come si disse.

L. Gli operai che ritirano la canapa dal maceratoio devono, se l' acqua è stagnante e putrida, e non si possa rinnovare nel modo proposto, situarsi sotto vento in guisa che le esalazioni spinte dal vento gli offendano il meno possibile.

M. I maceratoi suscettibili ad essere asciugati, si netteranno nell' inverno.

N. Conviene eziandio per rinnovare l' acqua stagnante dei maceratoi, servirsi dell' acqua delle piogge, dirigendo verso di essi con qualche canale quella che non penetra nel suolo.

O. Gli operai, meno che si può, entreranno nel maceratoio ad acqua stagnante e fetida, ritirando la canapa col mezzo di uncini, oppure utilizzando le zattere, le quali si alzeranno a fior di acqua appena scaricate dai sassi postivi sopra.

(Bosc — Antonio Braucalassi — H. Gaultier de Claubry — Pariset.)

MACERAZIONE. Venne spiegato nel Dizionario che cosa si intenda per questa parola in generale nelle arti chimiche, e si è a lungo parlato in particolar modo della macerazione delle sostanze testili, e più di tutte di quelle della Canapa e del Lino, intorno alle quali a queste ultime parole si è pure molto a lungo ragionato. Parimente all'articolo Maceratoio, che precede il presente, si disse fino a qual grado sia a temersi la influenza di questa operazione sulla pubblica salubrità. Si è negli stessi articoli detto altresì come siasi cercato di sostituire alla macerazione propriamente detta, altri metodi più solleciti o meno incomodi, e, per quanto si pretendeva, anche meno dannosi per la sostanza testile, parlandosi precipuamente dei metodi meccanici e di quelli con l' aiuto del vapore. Qui aggiugneremo essersi anche tentato di produrre la macerazione con una caduta di acqua, ponendo il lino o la canapa ben secchi, sicchè la loro corteccia siasi fessa, sopra un graticcio di legno, coperto di altro, sul quale si lasciava cadere ad ogni ora grande copia di acqua, continuando così per dieci o 12 giorni, fino a che, cioè, l'acqua usciva limpida. Altri provò eziandio a trattare gli steli della canapa o del lino a freddo od a caldo con calce stemperata nell' acqua, oppure con soluzioni alcaline caustiche o carbonate; altri finalmente con una soluzione di sapone riscaldata da 90 a 94 gradi. Duopo è confessare tuttavia che nessuno di questi metodi venne adottato, sia per la difficoltà di praticarli dovunque, sia per l' alto prezzo delle materie prime o degli apparati che per questo genere di operazioni occorrevano, o finalmente per la

complicazione delle operazioni medesime.

Sotto più favorevoli auspizii, a quanto sembra, presentasi una nuova maniera di macerazione per la canapa e pel lino proposta in Francia da Rouchon e compagni. I risultamenti di questo metodo, che è ancora un secreto, vennero esaminati prima da cinque membri del consiglio di salubrità di Parigi, poscia da una commissione eletta dal ministro dell' agricoltura e del commercio, e composta dei signori Darbly, Dumas, Hericart de Thury e Pariset.

I membri del consiglio di salubrità, scelsero per queste prove nella scuola tecnica dove uno di essi abitava, un luogo il quale tennesi chiuso a chiave, non permettendo a nessuno di penetrarvi senza il concorso di uno dei membri anzidetti. Il locale era a pian terreno e le finestre di esso si tennero sempre chiuse, per assicurarsi se nelle operazioni della macerazione si svolgesse alcun odore. Avendo gli inventori fatto conoscere le natura e la proporzione delle sostanze che adoperano, se ne fece il miscuglio in presenza dei membri del consiglio di salubrità. Siccome però l'apparato non aveva le dimensioni convenienti, così l' operazione riusciva alquanto più lunga che non avrebbe dovuto. Incominciaronsi gli esperimenti il 25 ottobre 1842 con otto fasci di canapa da una parte e 2 dall' altra, e si assoggettarono questi ad una operazione che durò otto minuti. Alle ore 5 pomeridiane fecesi un' altra semplice manipolazione che durò 5 minuti, e si ripeterono ogni giorno le stesse operazioni a 9 ore del mattino ed a 5 ore della sera, fino al lunedì 7 novembre in cui gli inventori avvisarono che l' operazione era giunta al suo termine, avendo per conseguenza durato 14 giorni nei quali eransi impiegate tre ore e due minuti per ridurre la canapa a tal punto da non abbisognare più che del diseccamento per essere maciullata. Il giorno 8 essendosi riuniti i membri del consiglio di salubrità per esaminare la canapa, i fasci di essa vennero collocati in piedi per farli seccare sotto un porticato in' un cortile della scuola politecnica. Tosto che fu secca fecesi maciullare da un operaio chiamato a tal fine, ed il prodotto ne venne portato in un' officina ove fu pettinato e filato per confrontarlo con altra canapa macerata coi soliti metodi.

Per tutto il tempo della macerazione col metodo di Rouchon, la temperatura del locale che è ordinariamente molto umido, si mantenne fra 8° e 3°. Dapprima sentivasi leggermente nel locale l' odore della canapa che si dissipò poco a poco in appresso, senza che vi subentrasse un odore putrido; nei tre ultimi giorni della operazione sentivasi anzi un odore come aromatico. Dopo terminata la macerazione sarebbe stata necessaria una temperatura alquanto elevata e secca perchè la canapa si seccasse vantaggiosamente; invece il tempo si mantenne sempre freddo ed umido, il che dovette nuocere alla bontà e prontezza del diseccamento: tuttavia queste sfavorevoli condizioni non sembrano aver avuto alcuna sinistra influenza sulla qualità dei prodotti.

Durante la maciullatura che fecesi su questa canapa non bene seccata, atteso lo stato dell' atmosfera non si produsse che piccola quantità di polvere senza odore, separandosi i canapuli senza trar seco alcuna porzione dei fili che erano netti e di una tinta gialla quasi insensibile. Con la pettinatura produsse pochissima polvere in confronto ad altra canapa della stessa natura fatta lavorare dallo stesso operaio, e diede molti più fini fili e meno stoppa, come vedremo più sotto; nella filatura gli operai trovarono che tanto i fili quanto la stoppa provenienti dalla canapa di Rouchon riuscivano assai meglio di quelli

prodotti da altra canapa dello stesso paese, macerata coi soliti metodi. Il fabbricatore presso cui si facevano queste operazioni, stabilì che si potesse fissare a 120 franchi ai 100 chilogrammi il prezzo del filo della canapa macerata coi soliti metodi, ed a 140 franchi quello della canapa trattata col metodo di Rouchon. Le proporzioni di filo e di stoppa su 100 parti furono:

	Filo	Stoppa
Per la canapa macerata coi soliti metodi . . .	43,95	56,05
Per la stessa canapa macerata da Rouchon . .	56,56	43,44.

Lo che, al prezzo sopraddetto, dà 79,^{fr}18 pel filo ottenuto col metodo di Rouchon, e 53,^{fr}74, per quello della canapa macerata nel modo solito. Aggiungendo il valore della stoppa si trova che la canapa macerata col vecchio metodo produce una somma di 33,^{fr}63, e che quella invece trattata col metodo di Rouchon produce 51,^{fr}10, lo che fa in tutto per 100 chilogrammi di canapa trattata nei soliti metodi 87,^{fr}37, e per la stessa quantità della medesima canapa trattata col nuovo metodo 109,^{fr}58. Il nuovo metodo ha adunque sul vecchio, secondo il giudizio dei membri anzidetti del consiglio di salubrità, i seguenti vantaggi:

1.° Che l'operazione non esige che mezzi estremamente semplici e tali da potersi praticare dovunque, in qualsiasi stagione, in luoghi chiusi od aperti, terminandosi in otto o dieci giorni, con pochi minuti al giorno di cura.

2.° Che la materia impiegata nella operazione hanno assai scarso valore, e possono probabilmente trovare utili applicazioni anche dopo aver servito alla macerazione.

3.° Che la operazione essendo assai semplice, come alla portata di tutte le in-

4.° Che non vi è mai da temere alcuna perdita.

5.° Che non vi ha alcun odore e nessuna azione sulle acque stagnanti o correnti, e nessun danno per conseguenza sulla pubblica salute.

6.° Che nella maciullatura svolgesi meno polvere e nessun odore, con minor danno quindi della salute dell' operaio, non restando inoltre pezzi di filo nei canapuli.

7.° Che nella pettinatura non si svolge odore nè polvere sensibile, ottenendosi fili più lunghi ed in maggior quantità, e meno stoppa

8.° Che nella filatura lavorasi, a circostanze uguali, molto più facilmente.

9.° Che dà corde più belle e di maggior prezzo.

10.° Che dispensa gli uomini impiegati al lavoro della canapa di immergersi nell' acqua fino al ginocchio o più per collocarvi la canapa o levarnela.

11.° Che permette di estendere la coltivazione del lino e della canapa in luoghi dove i soliti metodi di macerazione lo rendevano impossibile; o di riprenderla in molti altri ove erasi dovuta abbandonare in conseguenza degli inconvenienti che presentano le solite operazioni di macerazione nelle acque correnti o stagnanti.

La commissione nominata dal ministro di agricoltura e del commercio, fece gli stessi esami, cominciando dal 20 dicembre 1842, e si ripeterono le stesse operazioni dianzi accennate sotto gli occhi della commissione. Mancandosi allora di locale per fare il diseccamento, si ripetè la prova una seconda volta nello stesso modo, cominciando il 9 gennaio, terminandosi l'operazione in otto giorni. Si osservò che il quarto o quinto giorno, a misura che la gomma si decomponeva, svolgevasi dalla canapa un leggero odore spiritoso e come di etere. Inoltre si giudicò che l' agente adope-

rato per la macerazione non era menomamente nocivo alla salute, poichè anzi l'operaio che maneggiava la canapa aveva il primo giorno varie screpolature nelle mani, le quali si cicatrizzarono prontamente. Per far seccare la canapa, Darblay aveva ottenuto un locale opportuno che tenne sempre chiuso a chiave. Il tempo si mantenne bello per uno o due giorni, dopo di che per varie settimane vi fu nebbia, pioggia e neve. Essendo aperte le finestre, come era necessario pel diseccamento, la superficie della canapa si macchiò. Rouchon temette dietro a ciò, che la pianta non fosse danneggiata sensibilmente per una lunga dimora in un'atmosfera umida; ma questa canapa lasciossi nel locale e sempre chiusa a chiave. Convinta però dell' eccellenza del metodo, volle la commissione fare una terza prova, per meglio assicurarsi del confronto con l' antico. In conseguenza *fecesi macerare* una parte della stessa canapa in un fiume, e vi si lasciò per 14 giorni; l' operazione per quella col metodo di Rouchon avendo invece durato 9 giorni soltanto.

Finita questa doppia macerazione e seccata bene la canapa, vennero le due qualità di essa maciullate, pettinate e filate separatamente dagli stessi operai, avendosi in tal guisa due prodotti diversi, gli uni provenienti dalla canapa macerata col metodo vecchio, gli altri da quella trattata col nuovo. Paragonati questi, i primi apparvero molto inferiori quanto, alla apparenza, alla finezza ed alla forza, questa ultima essendosi riconosciuta con l' assoggettare al dinamometro di Martin varie corde fatte con le due specie di canapa. Non avendo potuto Darblay assistere a queste esperienze, Rouchon, per viemmeglio convincerlo, propose di far maciullare in presenza della commissione la canapa della seconda esperienza, che, come dicemmo, avevasi macchiato nel diseccarsi ed erasi perciò abbandonata da più che due mesi. Malgrado la prontezza con cui si guasta la canapa macerata quando la stagione non permette di farla seccare, e malgrado la lunga macerazione di questa canapa in un' aria carica di umidità, si trovò tuttavia che diede un filo di qualità superiore. Darblay riconobbe inoltre che i canapuli staccati dal filo cadevano soli a terra senza emanar polverio, e che nè la pianta, nè il filo, nè i canapuli mandano ingrato odore. Esaminati da alcuni commercianti di canapa questi prodotti si trovarono di qualità eccellente.

Riassumendo, i risultamenti ottenuti dalla commissione nominata dal ministro furono i seguenti.

La macerazione col nuovo metodo era finita in nove giorni, mentre ne abbisognarono invece 14 a quella nel fiume. Queste due specie di canapa vennero poscia seccate in uno stesso locale, quindi separatamente maciullate e pettinate dagli stessi operai. La canapa macerata col metodo di Rouchon su 2$^{chil.}$,700 di peso diede

1$^{chil.}$,660	di filo
1 ,35	di stoppa
5	di perdita.
2 ,700	

La canapa macerata nel fiume, sopra uno stesso peso di 2$^{chil.}$,700 diede

1$^{chil.}$,310	di filo
1 ,210	di stoppa
180	di perdita
2 ,700	

Fecersi in appresso 12 corde col filo della canapa di Rouchon ed altre 12 con quello della canapa macerata nel fiume.

Queste 24 corde, ridotte ad uguali pesi e lunghezze, vennero assoggettate all' azione del dinamometro di Martin, e presentarono una forza di resistenza nelle proporzioni seguenti:

Corde di canapa macerata nel fiume.		Corde di canapa macerata da Rouchon.	
Legnuoli			
1.° Peso	472 chil.	1.° Peso	456 chil.
2.° Peso	436	2.° Peso	552
3.° Peso	332	3.° Peso	498
	1240		1506
Corde di filo			
1.° Peso	496 chil.	1.° Peso	560 chil.
2.° Peso	450	2.° Peso	580
3.° Peso	528	3.° Peso	550
	1474		1690
Corde di stoppa			
1.° Peso	432 chil.	1.° Peso	480 chil.
2.° Peso	488	2.° Peso	504
3.° Peso	460	3.° Peso	480
	1380		1464
Spago			
1.° Peso	128 chil.	1.° Peso	148 chil.
2.° Peso	130	2.° Peso	152
3.° Peso	130	3.° Peso	160
	388		460.

Dietro queste varie prove la commissione nominata dal ministro francese venne alle conclusioni seguenti.

1.° Il metodo di macerazione inventato da Rouchon, e compagni è semplice, facile, breve, a portata di tutte le intelligenze, praticabile in qualsiasi stagione, in tutti i luoghi, chiusi oppure scoperti, e non svolge alcun odore cattivo, poichè quello che in esso producesi è leggero e piuttosto favorevole che nocivo alla salute. È suscettibile di modificarsi se occorre, pochissimo dispendioso, dà prodotti di qualità eccellente e forse migliori degli attuali, ed un

residuo che può rendersi utile alla agricoltura.

2.° La canapa macerata con quel metodo, seccata e maciullata dà canapuli che si spezzano e cadono soli a terra, ed un filo che i più abili conoscitori dichiarano eccellente, di un bel colore, ed a fibre fine e resistenti. Con la pettinatura lascia sfuggire pochissima polvere, e dà molto più filo e pochissima stoppa, la perdita essendo perciò notabilmente minore. È più facile a filarsi, e produce corde più belle e più resistenti.

3.° Con la nuova maniera di macerazione si evitano:

a. I lavori complicati, faticosi ed insalubri dell' antico metodo.

b. Le perdite che cagionano le influenze sempre mal regolate del calore e dell' umidità, le quali alterano pur troppo sovente le qualità della canapa.

c. Le perdite talora assai grandi che hanno luogo inevitabilmente nelle acque correnti, quando queste mutate in torrenti portano via masse considerevoli di canapa.

d. Le emanazioni pericolose che svolgendosi dalle acque e mescendosi all' aria producono, in interi paesi, febbri intermittenti, febbri eruttive ed altre febbri acute del peggiore carattere.

e. Quella polvere acre e nauseosa che tanto incomoda i pettinatori e le filatrici ed abbrevia la vita di questi infelici operai.

Tutto induce a credere, secondo la commissione, che questo nuovo metodo presenterebbe uguali facilità di esecuzione ed uguali risultamenti diffuso in grande nelle campagne, ma non potersi in quanto a ciò che rimettersi alla esperienza.

(H. GAULTIER DE CLAUBRY — PARISET — G.**M.)

MACERAZIONE *delle barbabietole.* V. ZUCCHERO.

MACERIA. Muriccia, sfasciume od anche muro posticcio a secco, fatto di pietra o sassi, per sostener terra od altro uso provvisorio.

(ALBERTI.)

MACERO. V. MACERAZIONE.

MACERO. Si dà questo nome ad un vasto truogolo o serbatoio in cui s' impasta la terra per fare le stoviglie, agitandola mediante un albero a braccia che vi gira per entro.

(G.**M.)

MACERONE *(Smyrnium).* Pianta che contiene da nove a dieci specie, una delle quali si è il macerone comune *(smyrnium olustratum* Linn.), detto anche *prezzemolo di Macedonia*, il quale adoperavasi come cibo, ed usasi tuttora in medicina. È pianta biennale, ha radice grossa e stelo alto due a tre piedi che cresce presso le macerie e nei boschi paludosi delle parti meridionali dell' Europa e fiorisce la state. Mangiavansi altra volta i suoi giovani getti in insalata dopo averli fatti imbiancare, le sue radici come quelle del sedano, e le sue foglie come il prezzemolo. Le radici e di semi riguardansi come aperitivi, carminativi e diuretici.

(Bosc.)

MACHAMONA. Si dà volgarmente questo nome alla CRESCENZIA a foglie lunghe. (V. quella parola).

(POIRET.)

MACHERA. Antica spada spagnuola che era una specie di sciabola corta e rinforzata che offendeva di punta e di taglio.

(NOEL.)

MACIA. V. MACERIA.

MACIGNO. Vale talvolta PIETRA in generale (V. quella parola) ed allora significa pietra durissima.

(ALBERTI.)

MACIGNO. Distinguonsi con questo nome alcune pietre particolarmente, come una che trovasi nel vicino territorio padovano che è di un grigio argenteo, e di grana abbastanza fina. Se ne trovano massi

Queste 24 corde, ridotte ad uguali pesi
lunghezze, vennero assoggettate all'a
del dinamometro di Martin, e presen

Corde di canapa macerata nel fi

1.° Peso . . .
2.° Peso . .
3.° Peso . .

1.° Pes
2.° Pe
3.° Pe

Nell' Inghilterra fecersi grandi [illegible] discoprirne, e nel XVIII volu[illegible] delle Transazioni della Società d' incoraggiamento di Londra, si vede che [illegible]ta Società aveva proposto d'accordare un premio di 100 lire sterline a chi scoprisse in Inghilterra una cava di pietre molari di uguale bontà di quelle di Francia, note in commercio sotto il nome di *frenchburr*. Nel 1800 venne accordato un primo premio alla vedova Catterina Bowes, il cui marito aveva scoperta una cava di pietre molari a Couway, nel paese di Galles-Nord, e nel 1801 un altro premio a Giacomo Brownhill per un' altra cava da lui scoperta ad Abbey-Craig, una lega distante dal castello di Stirling.

Nelle provincie venete, le macine di cui più comunemente si fa uso, provvengono dal Friuli, dal Bellunese e dai monti di Bergamo. Quelle delle due prime località non sono che conglomerati puddinghe diluviane, nella cui maggiore solidità e durezza consiste il pregio. Questi conglomerati stanno a ridosso delle falde più basse dei monti, e molto pregiate sono quelle che si cavano nei contorni di Socchero, cinque miglia circa all'est di Belluno. Le macine delle quali si fa traffico a Venezia, si cavano nella giurisdizione di Travisin nel Friuli, e passano per le migliori. Constano di ciottoli di varie specie, fra cui abbondano i calcarei, legati insieme da un cemento calcareo argilloso molto duro. Si conducono fino a Porto con carri, e di là a Venezia per barca. Sono preferibilmente ricercate dai mugnai di Romagna, di Castel Bolognese, di Ravenna, ed altri. Vuolsi però che le macine bergamasche e bresciane in confronto delle friulane, durino più lungamente, e presentino più di raro il bisogno di essere battute.

Lo scavo delle macine si fa in un modo assai semplice, scoprendo il banco di pietra molare, tagliandone fuori cilindri del diametro e della grossezza convenienti, quindi staccando il disco che dee formare la macina. Scavasi a tal fine intorno al cilindro una scanalatura nella quale si fanno penetrare a colpi di martello cunei di ferro posti fra due pezzi di legno, approfittando quindi del gonfiamento di questo per l' umidità per istaccare la macina, come si disse all' articolo *Selce* MOLARE addietro citato. La macina viene digrossata nella cava, quindi trasportata fuori di essa per darle l' ultima mano. Si ha cura di fare i tagli in senso orizzontale, perchè le facce delle macine sieno paralelle a quelle del banco; le macine tagliate verticalmente sono di minor pregio.

Non corrono 20 anni che tutte le macine in generale erano di un solo pezzo, o tutto al più di due o tre, sicchè era assai raro di trovare una macina perfetta in ogni sua parte. Col progresso dell' arte del mugnaio si riconobbe quanto fosse essenziale, massime pel perfetto equilibrio delle macine, condizione primaria di ogni buona macinatura, che le pietre componenti le macine fossero tutte di qualità omogenea quanto è possibile. Per ottenere questo scopo si fanno oggidì le buone macine all' inglese di varii piccoli pezzi, poco importando che sieno di grandezza uguale o no, purchè sieno della stessa qualità. Le commettiture tagliansi a scalpello e devono esser fatte con tanta diligenza all' interno quanto all' esterno. Alcuni lavoratori cercano di nascondere le commettiture nella profondità dei solchi fatti sulla commettitura ed è buon metodo. I varii pezzi riavvicinati si cementano con gesso o con altro cemento. Nelle isole Jonie adoperasi a tal fine un mastice composto di 4 parti di gesso in polvere e di 5 parti di resina. Si fa fondere la resina in una caldaia, quindi vi si getta il gesso e quasi immediatamente si adopera il mastice, prendendolo con un cucchiaio, tenendolo sempre agitato, e

spargendolo sulle pietre cui si è dato grossolanamente la forma di pezzi di macina, e che si sono riuniti sopra un' area circolare e cinti di un miscuglio di argilla e sabbia. Guernisconsi i solchi che lasciano le pietre con ischegge di pietra viva. Finalmente si copre la macina di uno strato di mastice grosso un centimetro. Le pietre onde sono fatte queste macine sono di natura vulcanica e molto porose. Rinforzasi il tutto con cerchii di ferro posti all' intorno della macina per impedire l' effetto della forza centrifuga che al momento della rotazione tende a disgiungerne le parti e slanciarle da lontano nella direzione della tangente. Queste macine di varii pezzi vengono oggidì da molti mugnai preferite a quelle di un solo pezzo.

La grandezza delle macine varia secondo la qualità dei mulini, essendo maggiore in quelli comuni, minore negli altri detti all' inglese. Nei primi hanno in generale il diametro di 2 metri, ma se ne vedono molte di 1^m,6 a 1^m,8; talune giungono anche a 2^m,4, ma sono poche; la loro grossezza varia da 1^m,32 a 0^m,40. Nei mulini all' inglese il diametro delle macine varia da 1^m,22 a 1^m,30, questa ultima dimensione essendo quella più generalmente adottata, e che permette di meglio utilizzare la forza dell' acqua sui fiumi il cui corso è variabile. Quanto alla velocità del loro movimento varia anche essa nelle due specie di mulini, non potendo le macine più grandi anzidette fare più di 60 giri al minuto senza riscaldar la farina; mentre invece quelle più piccole dei mulini all' inglese possono farne fino da 110 a 120. Del resto le opinioni degli autori variano su tale proposito. Così Fabre osserva la farina essere la migliore quando una macina del diametro di 1^m,52 fa da 48 a 61 giri al minuto; Fergusson accorda 60 giri ad una macina di 1^m,82, ed Imison ne dà 120 ad una del diametro di 1^m,37. La farina prodotta dai mulini di questo ultimo dee essere probabilmente di inferior qualità, essendo impossibile che non si riscaldi per la rapidità del movimento. D' altra parte non danno alle macine maggiore velocità di quelle stabilite da Fabre e Fergusson vi ha perdita di tempo. Nei migliori mulini dell' Inghilterra una macina, del diametro di 1^m,52 fa 90 giri al minuto. Partendo da questo dato, è facile trovare il numero di giri che hanno a fare in un minuto le macine di varia grandezza, dividendo 150 pel diametro delle macine espresso in metri. Un artifizio per poter dare una maggior velocità alle macine, od ottenere per conseguenza notabile aumento di lavoro senza che la farina si riscaldi, venne proposto in America varii anni sono e consiste semplicemente nel praticare attraverso la macina che gira o coperchio uno o più fori verticali più o meno distanti dal centro.

È di molta importanza nelle macine il modo come sono battute, e perciò si è a lungo parlato intorno a questo argomento all' articolo MULINO nel Dizionario cui rimandiamo. Si è ivi veduto come si facciano i solchi tanto nella macina stabile o fondo quanto in quella mobile o coperchio. Qui però noteremo esservi questa differenza che il fondo è sempre piano perfettamente, mentre invece può farsi alquanto incavato il coperchio fino a 27 centimetri al di là dall' orlo dell' occhio, sicchè vi sia una profondità uguale alla grossezza di un grano di frumento, cioè di circa 4 millimetri, e partendo da quel punto la superficie presenti la forma di un cono molto spanto, la maggior base del quale avesse 4 decimetri di raggio. In tal guisa il grano entra liberamente al basso dell' occhio senza essere tosto attaccato dalle macine; ma trascinato dalla forza centrifuga trovasi ben presto soffregato

dagli intagli delle loro superficie, essendo sempre più compresso a misura che si allontana dal centro. I solchi giovano anche a permettere all' aria che passi sotto le macine per rinfrescare le superficie a contatto.

Del collocamento in opera di queste macine rimetteremo di parlare all' articolo MULINO, al quale diremo altresì della forza che occorre per metterle in moto, bastandone per ora accennare che le opinioni degli autori sono assai varie intorno a tale proposito, opponendo la stessa macina una resistenza diversa nella proporzione di 2 a 1,30, secondo che è logora o tagliata di recente, secondo che il frumento è duro o tenero, o la macinatura più o meno compiuta. Prendendo un termine medio, la forza per una macina del diametro di $1^{m},30$, e che faccia più di 120 giri al minuto, può calcolarsi di 200 chilogrammi innalzati ad un metro al secondo, applicata sull' asse del motore, cioè di poco meno che tre cavalli. Navier aveva calcolato minor resistenza, ma il macinamento facevasi allora meno perfetto, e per conseguenza la divisione essendo meno compiuta, vi aveva minor consumo di forza.

Venendo a parlare delle macine verticali adoperate a triturare i semi oleaginosi e molte altre sostanze, tutti sanno come rotolino sopra la loro superficie cilindrica intorno ad un asse verticale che serve di pernio a tutto il sistema. Quando il motore è un animale, non mettesi di ordinario che una sola macina, l' occhio della quale si fa di un diametro maggiore di quello dall' asse, affinchè la macina possa innalzarsi ed abbassarsi senza produrre alcuna spinta contro l' apparato nel passare sopra mucchii più o meno grandi delle materie da macinarsi. Quando invece si comunica il moto all' asse verticale che serve di pernio mediante una macchina, si mette una macina da ciascun lato dell' asse. Un pernio comune attraversa queste due macine ed anche l' asse verticale. L' apertura di quest' ultimo è oblunga nel senso dell' altezza a fine di permettere al pernio di alzarsi od abbassarsi, ma il movimento nell' occhio delle macine non ha che la libertà occorrente per assicurare la dolcezza e la facilità del movimento.

A primo aspetto sembra che movendosi le macine verticali intorno ad un asse fisso abbiano ad essere formate di una unione di dischi conici, affinchè le loro superficie sviluppate possano applicarsi esattamente sul piano orizzontale. Ma se le macine fossero fatte in tal guisa agirebbero col loro peso soltanto sulle materie sottopostevi e non le dividerebbero che con lentezza e difficilmente. Dando invece loro una forma cilindrica, si produce uno strisciamento, e per conseguenza un attrito vantaggiosissimo per la triturazione. Queste macine, producendo un moto circolare continuo, non cagionano la perdita di forza che ha luogo nelle macchine a moto alternativo con rapidi cangiamenti di velocità. Devonsi quindi preferire ai pestelli ogni qualvolta la natura delle materie e la tessitura delle loro fibre non rendano indispensabili i colpi per la loro divisione. La sola esperienza può servire di guida in tale proposito, e si comprende facilmente, a cagione d' esempio, che adoprerebbesi inutilmente l' azione delle macine verticali sopra materie vegetali flessibili, dovendosi allora ricorrere allo sminuzzamento prodotto dai colpi ripetuti di pestelli armati di lamine taglienti.

(POMMIER — DUMAS — NICHOLSON — J. B. VIOLLET.)

MACINAMENTO, MACINARE, MACINATURA. V. MUGNAIO e MULINO.

MACINATURA *dei colori*. All' articolo MACINATORE del Dizionario ed a quello COLORI indicaronsi le avvertenze necessarie per eseguire questa operazione a mano

e nell' ultimo degli anzidetti articoli si descrisse altresì un mulino inglese per eseguire questa operazione con macchine. Fecesi ivi pure qualche cenno della insalubrità di quest' arte e dei pericoli cui vanno esposti quelli che la esercitano. Parlossi pure su ciò agli articoli BIACCA e CERUSSA. Non si può però abbastanza ripetere che la macinatura di alcuni colori, e specialmente quella della cerussa e del giallo di cromo, come si praticava generalmente anni sono, e come si pratica tuttora da alcuni, è molto faticosa e nociva. Quando il macinatore rompe col maglio o col martello i pani di cerussa o di cromato, corre grave pericolo per la densa polvere da cui rimane circondato: così pure aspira emanazioni fatali quando macina a secco sul porfido, il bianco ed il giallo di piombo. Perciò si imaginarono mulini chiusi in telai di legno o di latta, come quello che descrivemo all'articolo COLORI sopraccitato, mossi da qualsiasi forza, in cui la cerussa si polverizza, e si unisce con l' acqua o con l' olio. Pericolosa è pure la operazione di ripulire il mulino o la pietra, poichè sovente gran parte della cute si trova coperta di particelle di cerussa o di giallo di cromo. Daremo qui la descrizione di una macchina inventata da Rawlinson di Derby, per evitare affatto la insalubrità. Vedesi questa disegnata nella fig. 1 della Tavola XXXV delle *Arti chimiche*.

A, è un rotolo o cilindro di marmo nero, preferendosi questa qualità alle altre perciò che è in generale più dura e più atta a polirsi bene. B è un truogolo concavo, pure di marmo, che copre un quarto del cilindro, ed è contenuto in un' armatura di legno fissata sull'intelaiatura E della macchina in *i*; *c* è un pezzo di ferro, largo circa 25 millimetri, destinato a tener fermo il truogolo B e fissato sull' intelaiatura E mediante una cerniera in *f*. La piccola vite guernita di galletto che passa pel centro dell' asta di ferro *c*, serve ad accrescere se occorre la pressione sul truogolo ed a tenerlo fermo. D è una specie di raschiatoio fatto di una molla da orinolo e fissato a guisa della lama di una sega sopra un telaio K, e che gira su perni *d*. G è una tavola scorrevole in iscanalature che levasi per nettare nel caso che cadesse dal cilindro alcun po' di colore od altro. Sostiene un vaso H che riceve il colore a misura che cade dal raschiatoio D. In F avvi un cassettino, in cui mettonsi le raschiature di pelle che servono a nettare la macina.

Innanzi di porre nel mulino il colore, duopo è ridurlo in polvere in un mortaio coperto, simile a quelli che adoperano i chimici per le sostanze velenose (V. POLVERIZZAMENTO). Gioverebbe servirsi a tal uopo del mulino perfezionato imaginato da Carlo Taylor e generalmente adoperato a Manchester per l' indaco. Vedesi questo disegnato nella fig. 2. L è un mortaio di marmo o di pietra, potendo servire qualsiasi mortaio comune; M è un pestello, o macina che dir si voglia, della forma presso a poco di una pera che tiene un asse di ferro fortemente attaccato. Quest' asse gira in due collari fissati in due travi N N piantati orizzontalmente nel muro Q. Quest' asse tiene fra i due collari un doppio gomito T, il quale serve ad uso di manubrio per far girare la macina M; finalmente R è un peso che si aggiugne quando occorre un aumento di forza. Allorchè vuolsi polverizzare un colore qualsiasi, mettesi la macina nel mortaio fissandola nei suoi collari con le cavicchie O; poi gettasi nel mortaio sulla macina il colore, che, girando il manubrio, cade in pezzi nella scanalatura S fatta alla macina, passando in seguito sotto di essa per essere assoggettato alla sua azione e cacciato verso gli orli del mortaio, donde le parti più grossolane ricadono nella sca-

nalatura della macina, e sono di nuovo macinate da questa. Continuasi questa operazione fino a che il colore sia ridotto in polvere impalpabile, al qual punto se lo leva. Per evitare la perdita del colore e gli effetti dannosi che potrebbe produrre per l' operaio, si copre il mortaio con un coperchio diviso in due, con una apertura nel mezzo in cui passa l' asse della macina.

Polverizzato il colore con questo congegno, o con altro qualsiasi, se lo mesce con l' olio o con l' acqua, e mediante una spatola o coltello se lo pone sul cilindro A della fig. 1 quasi in alto del truogolo. Facendo girare questo cilindro esso tragge il colore sotto al truogolo, ed alcuni giri bastano per istenderlo ugualmente su tutta la superficie. Quando è macinato abbastanza si leva con prontezza e facilità mediante il raschiatoio D che si appoggia sul *cilindro* nell' atto che questo gira in senso opposto. Il cilindro non abbisogna di essere nettato che quando vogliasi macinare un colore diverso o cessare dell' operazione. Allora si rovescia il truogolo, lo che si fa facilmente essendo desso attaccato sopra cerniere fissate alla intelaiatura in *i*, e se lo netta quindi con un coltello o con una spatola, dopo di che presentasi contro il cilindro una manciata di raschiature di pelle, ed in due o tre giri esso nettasi perfettamente.

Il cilindro della macchina di Rawlinson ha il diametro di $0^m,42$ e $0^m,11$ di larghezza; il truogolo, sotto al quale gira, lo copre per un terzo circa; per conseguenza questo truogolo copre sempre una superficie di 5 centesimi di metro quadrato, e macina il colore molto più presto delle altre macchine, il cui cilindro non ha che $0^m,10$ di diametro. La quantità di colore da macinarsi tutto ad un tratto dipende dalla finezza che si vuol dargli, mettendone tanto meno quanto più fina se la desidera. Anche il tempo della macinatura dipende dal grado di finezza desiderato. Rawlinson osserva però che questo mulino macinava in tre ore il colore che gli occorreva per un giorno, e che questo colore riusciva meglio e dava minor perdita.

Quando il colore è macinato Rawlinson raccomanda che, invece di chiudere interamente il collo della vescica, vi si inserisca piuttosto un pezzo di legno rotondo, intorno al quale si uniscono gli orli di questa vescica, che quando sono secchi formano una specie di tubo, pel quale può farsi uscire il colore, chiudendolo poi a volontà. Non solamente questa maniera è più polita che quella di forare la vescica e chiuderne l' apertura con un chiodo, oppure non chiudendo affatto con danno del colore; inoltre la vescica restando intatta, quando è vuota può riempirsi di nuovo, servendo così più volte di seguito. In luogo del pezzo di legno, si può anche far uso di un cannone di penna inserito ugualmente nella vescica, tagliandone poi l' estremità che si chiude con una cavicchia di legno.

(NICHOLSON — A. BIANCHI.)

MACINATURA *degli olii*. V. MULINO ed OLIO.

MACINATO *(Oro)*. V. ORO *macinato*.

MACINAZIONE. V. MACINARE.

MACINELLO *da caffè*. Come già si è detto all' articolo CAFFÈ, è questo formato di un cono d' acciaio solcato a denti inclinati a guisa di spire, il quale muovesi in un altro cono concentrico, ma più spanto, solcato anch' esso a scanalature diritte. I grani del caffè, cadendo nell' intervallo fra questi due coni, si frangono e polverizzano, cadendo poscia in un cassettino sottoposto. Nei piccoli macinelli si mette il caffè in un imbuto che sta sopra al cono più largo; nei grandi mettonsi i due coni solcati orizzontali, e si adatta un

imbuto al disopra, nel quale si mette il caffè. Alla Nuova Yorck un caffettiere avera applicato a macinare il caffè uno scoiattolo, posto in una gabbia girevole, il cui asse, mediante ingranaggi, trasmetteva il moto al macinello. Si assicura che aveva in tal guisa circa una libbra di caffè macinata all' ora.

(G.**M.)

MACHERLLO *da colori*. V. MACINARE.

MACINOCCIOLO. Nome dato dallo Stancovich ad un meccanismo per ridurre in farina i noccioli delle ulive. (V. OLIO, MULINO e SPOLPOLIVA).

(G.**M.)

MACIO *del timone*. V. MICCIA.

MACIS. V. MACE.

MACIULLA, MACIULLARE. V. CANAPA e LINO.

MACLURA. Fra le piante esotiche, le quali possono offrire non piccolo interesse all' agricoltura ed all' industria, merita posto distinto una nuova specie di spino dell'America settentrionale, che si potrebbe chiamare *spino serico*, siccome quello che, fra tutti gli sperati sussidiarii al gelso, sembrò a taluni fornire ai filugelli cibo più grato di qualunque altro fin qui esperimentato.

Questa pianta è la *maclura aurantiaca* di Nuttal, *broussonetia tinctoria* di Kunth, *maclure épineux* dei Francesi, specie unica della famiglia delle *urticee*, secondo alcuni fitologi, e secondo altri delle *artocarpée*, la quale venne da qualcuno confusa col *morus tinctoria* di Linneo, siccome di genere molto affine. Ma oltre all' aver le due piante caratteri specifici più che sufficienti à ben distinguerle, la loro opposta origine a ciò basta, mentre il *morus* è indigeno dell' America meridionale, e la maclura appartiene invece alla settentrionale. Anzi la maclura cresce specialmente sulle sponde del Missuri, a Natchez nella Luigiana e nel paese degli Osagi, i quali servonsi dei flessibili e robusti suoi rami per fare i loro archi, cosicchè venne eziandio chiamata *gelso degli Osagi, o legno arciero*.

Le prime di queste piante che si coltivarono nei giardini di Francia, furono inviate da Baltimora nell' anno 1815 da Vittore Le Roy ad Andrea Michaux, e per iscansare ogni equivoco-gioverà esporne l' esatta descrizione.

La maclura è un bell' albero dioico, capace di giungere all' altezza di circa dieci metri, con un tronco di due decimetri di diametro, lattescente, rivestito d' una scorza, che può essere tessuta come quella dei tigli e dei gelsi, ricco di lunghi rami cilindrici, assai flessibili e duri, muniti di forti spini ascellari, per lo più retti e talvolta ricurvi, che sogliono poi quasi tutti scomparire all' età matura, come nella robinia comune; il che si è già verificato nel più adulto esemplare di Mompellieri ed in altri luoghi. Le sue foglie sono alterne, picciuolate, ovali, lanceolate, lunghe da otto a sedici centimetri, e larghe circa la metà della lunghezza, intere, lucenti al disopra, leggermente pubescenti al disotto, d' un bel color verde, di un sapore alquanto acre, solitarie e più grandi sull' individuo femmina, più piccole e talora accoppiate nel maschio. La florescenza è amentacea, consiste, cioè, il suo fiore in un gattino, pur esso ascellare, di colore verdastro, di forma globosa nella femmina, e spiccata nel maschio: non si conosce però in essi calice nè corolla; anche gli stami sono incogniti, e lo stilo è filiforme e peloso, con ovarii numerosi, riuniti. Il frutto consiste in una bacca gigantesca a varii compartimenti, ciascuno dei quali racchiude un seme ovale compresso, della grossezza e del colore delle melarancie, quindi dei più avvenenti: dicesi da alcuni buono a mangiare, da altri si ritiene disgustoso, e di tal parere trovasi pure lo

stesso Michaux, al quale deesi la prima introduzione di questo vegetale. È probabile però che si abbia a trovar buono dai più, purchè sia salubre.

Il migliore modo di propagare quasi tutti gli alberi, di basso, di medio, o di alto fusto, è senza dubbio quello per semenza; ma quando questa non si può avere, bisogna ingegnarsi di supplire altrimenti; e tale appunto è il caso della propagazione attuale della maclura, almeno fino a che non si ottengano semi in abbondanza dai troppo giovani allievi che tuttora vi sono; poichè al presente si contano ancora pochissimi esempii in Europa della sua fioritura, e molto meno della sua fruttificazione. Appena nell'anno 1832 fiorì per la prima volta a Parigi una pianta femmina nel giardino reale, con fruttificazione per conseguenza imperfetta; e solo nel 1837 incominciarono a fiorire individui d'ambi i sessi, vicino a Parigi, con raccolto di semi perfettamente maturi. Forse anche tali esempii si saranno altrove moltiplicati, ma non se ne può trarre ancora quel partito che si dovrebbe.

Assicurasi pertanto che questa pianta si moltiplica facilmente per barbatelle ottenute dalle radici col tagliarle della lunghezza di 16 centimetri, e piantandole nella terra in modo da lasciar fuori una porzione di soli tre o quattro millimetri. Pretendesi pure che si possa propagarla per talee o magliuoli, ed innestarla sulla brussonezia o moro papirifero, e chi sa che non si possa anche sul nostro spino bianco, o su qualche altra pianta indigena comune.

Una volta che sia propagato e moltiplicato quest'albero, la sua coltivazione riesce facilissima, prosperando egualmente bene in qualunque terreno, purchè abbastanza sostanzioso, potendosi del resto allevare tanto isolato, quanto a boschetto ed a siepe, come il gelso. Anzi, per le siepi vive, sarebbe da preferirsi a qualunque altro arbusto spinoso, ed allo stesso spino bianco, sì per la maggiore facilità e prontezza con cui si può formare una siepe, massime incrocicchiandone i rami, come per non aver esso l'inconveniente di spingere lontano le sue radici, e soprattutto poi pel proficuo uso delle sue foglie, onde si andrà più sotto parlando.

Allorchè le brine d'un'avanzata primavera mettono a repentaglio gl'interessi dell'agricoltura e della serica nostra industria col sorprendere il gelso in vegetazione inoltrata in quel tempo stesso in cui sono già nati, o stanno per nascere i bachi da seta, non è di poco momento il potere in tal frangente rinvenire un momentaneo surrogato alla foglia del gelso per mantenere, almeno qualche tempo, i filugelli. A tal fine si sperimentarono infatti in diversi tempi e luoghi ora le foglie delle rose e del rovo, ora dell'acero di Tartaria, ora della scorzonera di Spagna, della camelina ed altri succedanei. Ma l'esperienza dimostrò, che se alcune delle dette piante potevano alimentare il baco, non erano però capaci di fornirgli la materia glutinosa necessaria alla formazione del bozzolo. E quantunque, a favore di questi pretesi succedanei, abbiansi alcune esperienze felicemente riuscite, e singolarmente per la scorzonera, a Mompellieri da Morisset, Durand e Clavaison, tuttavia le ricerche del Lomeni, del Martinel e dello stesso Bonafous, non ci lasciano più dubbio sulla loro insufficienza. (V. FILUGELLO e GELSO.) Avviene ben diversamente, secondo alcuni, ove si alimentino i filugelli con le foglie della maclura. Trovandosi il Bonafous a Mompellieri nell'aprile del 1834, allorchè un freddo di 5° centigradi sotto lo zero colpì grande numero di gelsi, s'invogliò di studiare gli effetti del freddo su molte piante

[illegible] della scuola di medi-
[illegible] osservato che un albero
[illegible] che i botanici
[illegible] o dalla brussonezia
[illegible] non sono mancanti di
[illegible] mento a tale abbassamento
[illegible] mentre il gelso bianco e
[illegible] delle Filippine e di Co-
[illegible] non avevano potuto reggervi,
[illegible] assicurarsi, se quest' albe-
[illegible] introdotto in Europa sot-
[illegible] nome di maclura, potesse con buon
[illegible] impiegarsi al nutrimento dei ba-
[illegible] da seta. All' articolo Fragolino (To-
[illegible] VIII di questo Supplemento, pag. 413)
[illegible] veduto, come ottenesse abbastan-
[illegible] buoni risultamenti, ma volemmo pure
[illegible] all' articolo Gelso (T. XI di questo
Supplemento, pag. 181) come altri esperimenti fatti dal Rodotti e dal Lomeni, sembrino provare il contrario.

In riguardo a queste opposizioni il Bonafous nel giugno 1837 inviò al Ragazzoni una scatola contenente 18 bachi con foglie di maclura, i quali furono tenuti in vita dal medesimo fino al totale consumo di quella provvista che appetirono benissimo senza dimostrare alcuna avversione; e, ritirati, compirono poscia a tempo il loro lavoro. Anche i fratelli Audibert, proprietari dello stabilimento agrario di Roville presso Lemaneau, con la sola foglia di maclura ottennero bozzoli che furono filati e la cui seta venne presentata alla Società agraria dall' Herault; del che fu annunziato in volume il Milano, in occasione di un suo viaggio scientifico nella Provenza. In tale circostanza lo stesso viaggiatore ebbe la soddisfazione di vedere due [illegible] adulti e sani del nostro [illegible] uno dei quali decorato dei suoi [illegible] dati dal cui guasto non sappiamo [illegible] esperimenti [illegible] sulle foglie di pian[illegible] individui [illegible]

d' ambedue non si è per anco verificato: ma il fatto incontrastabile si è, che tanto Audibert e Favrel in Provenza, quanto Bonafous a Torino ottennero più d' una volta bozzoli con questo surrogato. Che se i pochi esperimenti del Rosnati, e tutti quelli del Lomeni non furono coronati d' esito egualmente felice, ciò probabilmente dipendeva dall' essere state le maclure ancora troppo giovani. Anzi per quasi incredibile che due piante così piccole abbiano potuto servire al mantenimento di 130 bachi; mentre quelle dei giardini di Montpellier, di Touelle e di Torino erano tutte sicuramente adulte, siccome attestano Milano e Bonafous.

Il Rosnati, sul finire del maggio 1839, quando cominciarono a schiudersi le uova de' bachi, ne separò dall' ordinaria partita 42 per nutrirli esclusivamente con la foglia di questo nuovo spino: la porse loro minutamente tagliata, ed osservandoli tosto con lente, li vide bucherarla e cibarsene, come facevano gli altri con la comune foglia del gelso. Continuò regolarmente a pascerli con questo cibo, e senza il deperimento d' un solo arrivarono tutti al terzo assopimento nello stato migliore. Ma considerando che la sua pianticella sola non avrebbe potuto fornirgli foglia bastevole al detto numero di bachi fino alla filatura dei bozzoli, li divise in due sezioni, destinandone una sola dozzina per la continuazione dell' esperimento, e pascendo gli altri trenta pel tratto successivo con foglia del comune gelso bianco.

A quel momento tanto quelli della prima quanto quelli della seconda sezione incominciavano a dimostrare qualche diversità d' aspetto dal rimanente delle sue ordinarie partite, restando in parte alquanto più piccoli, e quasi tutti in ritardo d' uno o due giorni nel quarto assopimento, senza che ne sia però morto neppure un solo. Anzi osservò uno straordinario prolunga-

mento del solito sopore, che in alcuni fu della durata di cinque o sei giorni, seguito inoltre da maggiore difficoltà nel cangiamento della pelle.

Fra i dodici nutriti a sola maclura sette cangiarono regolarmente la pelle, presto acquistando l' ordinario colore e l' appetito, ingrossandosi sani e vigorosi al pari di quelli delle comuni partite. Gli altri cinque, già stentati prima d' assopirsi, restarono piccoli, di colore terreo; e due, invece di spogliarsi, come all' ordinario, tutto ad un tratto della pelle intera, la perdettero a pezzetti ed a poco per volta. Questi cinque meschini non rifiutarono bensì in seguito la pastura, ma l' uno dopo l' altro, anzichè ingrossarsi e riprendere buon colore, come gli altri sani loro compagni, andarono sempre più deperendo; e chi in quattro, chi in cinque, e chi in sette giorni finirono con immatura morte. Degli altri sette il giorno nono dopo il quarto assopimento, avendo due acquistato l' ordinario colore e la grossezza degli altri bachi maturi, salirono una pianta di lunaria, e fecero un bel bozzolo perfetto; nel consecutivo giorno altri due fecero altrettanto, e finalmente degli ultimi tre ne morirono due prima di terminare il bozzolo, e l' ultimo però senza averlo neppure incominciato.

Fra i trenta poi che furono mantenuti a maclura soltanto fino al terzo assopimento, ed in seguito col gelso molti cangiarono a stento la pelle, senza mai perdere il color terreo. Perlochè a poco per volta deperendo morirono prima dell'epoca della maturanza; diciotto però, con le ordinarie condizioni del rimanente dei bachi perfettamente sani, salirono felicemente il bosco, e fecero tutti un bozzolo compiuto, cinque soli dei quali si rinvennero alquanto imperfetti. I bachi adunque pasciuti con la sola foglia di maclura, giunsero nel più florido stato fino al terzo assopimento, mediocremente dal terzo al quarto, non troppo felicemente a perfetta maturanza, non essendo giunti che in proporzione di uno sopra tre a fare un bozzolo di perfezione eguale a quella che si riscontrò nei bozzoli delle altre partite, giudicati d' eccellente qualità dallo stesso trattore che li comperò. Ciò tant' è vero che nacquero da tali bozzoli bellissime e sane farfalle, dalle quali il Rosnati si preparò la semente per ulteriori esperimenti nell' anno seguente.

Un esito pressochè simile si riscontrò in quelli della seconda sezione, che furono per una metà di loro vita mantenuti a maclura, e per l' altra a foglia di gelso.

È facile scorgere che tale esperimento venne eseguito troppo in piccolo, perchè si possa dedurne una giusta conseguenza; e per la pura verità deesi altresì far riflettere che i pasti di maclura, che dava il Rosnati ai suoi bachi d' osservazione e di confronto, erano spesso assai scarsi, e di foglia eziandio forse troppo tenera, massime appunto quando bisognava essere generoso di foglia più matura: difetto dell' età troppo tenera dell' albero, che fu costretto spogliare interamente ad opera compiuta fino della minima sua fogliuza, che mano mano spuntava negli ultimi giorni del bisogno.

Inviò il Rosnati una relazione di tali esperimenti alla R. Società agraria di Torino, unitamente ai tre campioni de' bozzoli da lui ottenuti per confronto, cioè di quelli nutriti: 1.° col solo gelso; 2.° con la sola maclura; 3.° con pasto misto.

Da queste diverse opinioni, e dai fatti che adduconsi in appoggio di ciascuna di esse nasce sospetto che l' argomento non sia schiarito ancora abbastanza, e meriti perciò ulteriori prove, siccome quello che presenta grande interesse.

Ad ogni modo non è soltanto qual succedaneo del gelso che la maclura interessa,

essendochè si è già veduto come si presti alla formazione di siepi, come il suo frutto trovisi gustoso da alcuni, e come il suo legno posseda molta durezza e flessibilità, caratteri che lo possono rendere utile a molti oggetti. Aggiugneremo essere questo legno altresì notevole per la sua incorruttibilità, e per la sua bellezza, presentando tinte assai calde e gradazioni svariatissime dal castagno carico fino al giallo del canerino, con lucentezza di raso, potendo perciò riuscire assai utile all' ebanista ed all' impiallacciatore. Trattandolo con una soluzione di potassa innanzi che dargli l' ultima politura se ne ottengono effetti di un bel ranciato; inoltre ha grana fina e fitta potendosi polire assai bene.

Erasi già sospettato, al vedere la forte tinta rossa aranciata delle sue radici, che queste potessero dare un bel colore. Ciò venne non ha guari verificato da Miergue, il quale riconobbe che il legno della maclura dà ai tessuti una bella tinta di anchina, la quale, non solo resiste ai saponi, ma con le liscive si avviva e diviene più bello. Insegna il modo seguente per avere questa tintura. Si fa bollire in acqua di calce che contenga $\frac{1}{50}$ di potassa, una quantità di copponi di maclura bastanti per dare al bagno una tinta gialla oscura; vi si tuffa il tessuto mentre il bagno è bollente fino a che abbia preso il colore di gommagotta; se lo spreme e tuffasi in acqua, in cui v' abbia $\frac{1}{20}$ di protocloruro di stagno, il che dà una tinta gialla di zolfo. Sciacquasi ed insaponasi fortemente, col che viene a disciogliersi tutta la materia colorante gialla, nè rimane sul tessuto che il colore di anchina. Innanzi di tuffare il tessuto nel bagno, giova prepararlo con l' acetato di allumina.

(BARTOLOMMEO ROSNATI — MIERGUE.)

MACROCEFALO *(Capidoglio)*. Questo animale, che è il *physeter macrocephalus* di Linneo, è uno dei maggiori giganti del mare, che per colossale struttura e per tirannico dominio signoreggia formidabile. Più fervido della maggior parte dei cetacei, il capidoglio macrocefalo non la cede in mole che alla balena franca, di cui è il rivale, e quantunque meno potente del primo fra i mammiferi marini, le armi terribili, i forti e numerosi denti dei quali la natura lo ha provveduto, lo rendono con tutto ciò formidabile a tutti gli abitatori delle acque, a quelli ancora che sono i più pericolosi per tanti altri animali, come le foche, le balenottere a becco, i delfini, i pesci cani e gli squali, talchè questi, compresi di terrore alla sua vista, non solamente si nascondono frettolosi nella rena e sotto il fango, ma si precipitano talvolta attraverso le secche, e si gettano spesso contro gli scogli con tale violenza da perdervi la vita.

Non deesi perciò restar sorpresi, se migliaia di pesci, dei quali si ciba questo capidoglio, si conturbano, si spaventano al suo arrivo e si affrettano a fuggir rapidamente innanzi a lui, poichè la sua presenza ispira a tutti tale terrore che, malgrado l' avidità della maggior parte di essi nel ricercare gli avanzi di cadaveri degli altri cetacei per divorarli, nessuno ardisce avvicinarsi al suo, neppure quando galleggia morto sulle acque.

Questo formidabile cetaceo non pare che abbia scelto il suo domicilio in estensioni di mare esclusive e particolari, giacchè frequenta l' Oceano come il Mediterraneo, e sembra appartenere a tutti i mari. È stato osservato in quelli della Spitzberga, come ancora della Groenlandia; trovossi nello stretto di Davis, e nella maggior parte dell'Oceano Atlantico settentrionale; si è veduto nel golfo Britannico, presso Terra-Nuova, non lungi dal Capo di Buona-Speranza, vicino al canale di Mozambico, al Madagascar, all' Isola di Francia, sulle rive occidentali della Nuova-Olanda, presso il

fiume dei Cigni, verso le coste della Nuova-Zelanda, a poca distanza da Guatimala, intorno alle isole Gallapagos, di Moca e del Chili, nel mare del Brasile, presso il Finisterre, ed in molti altri luoghi.

La lunghezza ordinaria del macrocefalo è più di ventitre metri; la sua circonferenza, nella parte più grossa del corpo, è almeno diciassette metri, e la sua altezza eguaglia, e sorpassa anco talvolta, il terzo della lunghezza totale.

La testa di questo capidoglio è fra le più voluminose che si conoscano; la sua forma pare che sia quella di una grossa massa anteriormente troncata e quasi cubica, ed oltrepassa il terzo della lunghezza totale dell' animale.

Inferiormente alla superficie di questo immenso cubo si vede l' apertura della bocca, che è stretta, lunga ed un poco posteriore alla cima del muso. La mascella superiore è sensibilmente più lunga e più larga dell' inferiore, ch' essa circonda, ed ha cinque metri e novantadue centimetri di lunghezza, sopra un metro e sessantadue centimetri di larghezza, mentre l' inferiore ha soli quattro metri e ottantasei centimetri di lunghezza, su trentadue centimetri di larghezza, ed ognuno dei suoi rami, che si incassa fra quelli della mascella superiore, ha un terzo di metro di grossezza.

Il numero dei denti che armano la sua sola mascella inferiore, varia da venti a trenta, secondo l' età dell' animale; se ne contano ventiquattro nella mascella che fa parte del sistema osseo di un capidoglio macrocefalo che si conserva nelle gallerie di anatomia comparata del Museo di Storia naturale di Parigi. Questi denti sono forti, conici, un poco ricurvi verso l' interno della gola, ed esternamente hanno il colore e la durezza dell' avorio; la loro circonferenza, nella parte più grossa, è un dodicesimo di metro e la parte di tutti questi denti che oltrepassa le gengive, è ricevuta in altrettanti alveoli che sono profondamente scavati nella mascella superiore, ove tutti s' inseriscono quando la bocca è chiusa; una lingua carnosa, rossa livida, e poco mobile, riempie quasi tutto il fondo della gola.

L' occhio, ch' è nerastro e circondato da cortissimi peli, ha un diametro assai piccolo, ed è collocato superiormente allo spazio che separa l' apertura della gola dalla base delle pinne pettorali, le quali formano insieme una specie di triangolo rettangolo, sopra una certa eminenza, per cui questo capidoglio può vedere gli oggetti posti davanti a lui, senza essere perciò obbligato ad inclinare il grande asse della testa e del corpo.

Non è facile distinguere l' orifizio del suo condotto auditorio, quantunque sia collocato sopra una specie di escrescenza della pelle, che comparisce in modo sensibile fra l' occhio e la pinna pettorale.

I due sfiatatoi pei quali questo cetaceo lancia con forza e ad una considerabile altezza l'acqua che fa scaturire da questi orifizii, mettono capo ad una sola e medesima apertura, ch' è situata sull' estremità anteriore del muso; la direzione obliqua di questi canali respiratorii fa che l' acqua da essi espulsa ricada in avanti nel mare, e ne è tale l' organizzazione che il macrocefalo può stare sotto acqua più di qualunque altro cetaceo, nè è obbligato a venire tanto spesso com' essi alla superficie di quella per respirare.

La nuca di questo capidoglio ha una leggera depressione, che declina da ambedue le parti della testa fino alla pinna pettorale. Ha il ventre grosso e rotondo. La sua coda, meno lunga della testa, è conica e suscettibile di una mobilità grandissima; la estremità di essa è di piccolo diametro, e divisa in due lobi smarginati e curvi l' uno sull' altro a falce; dalla cima

di uno di questi lobi all' estremità dell' altro vi ha spesso una distanza di cinque metri.

Verso l' ultimo terzo della lunghezza del dorso si eleva insensibilmente una callosità longitudinale, pinniforme, che è ad un tratto troncata, dalla parte della coda, da una linea perpendicolare.

Il capidoglio macrocefalo ha la pelle morbida quanto la seta; il suo colore ordinario è nerastro, a riflessi verdognoli, mescolati di scalature grigie; talvolta è turchino lavagnino, picchiettato di bianco, ed il suo ventre è sempre biancastro.

La verga del maschio, in questa specie, è contenuta in un fodero, e le due mammelle della femmina, che con le loro papille hanno insieme un solo sesto di metro presso a poco, sono nascoste in una cavità longitudinale, per cui sono visibili solo quando allatta.

La primavera è la stagione nella quale i macrocefali ricercano le loro femmine con un furore che fa loro cacciare grida particolari, le quali divengono tanto acute nel battersi dei maschi fra loro, che ne palesano la presenza a molta distanza: l' angustia, il dolore, il pericolo o la rabbia, ma fanno loro mandare dei simili, e che talvolta sono muscuti a muggiti, i quali esprimono in modo non equivoco la passione che gli agita.

In quel medesimo tempo una volta appaiati, si ritirano presso le rive meno frequentate, come i contorni delle isole Galapagos, ove accorrono in folla, delle coste del Messico, del Perù, e del golfo di Panama, ove accoppiandosi nello stesso modo delle balene franche. Il tempo della gestazione della femmina è di nove a dieci mesi, dopo i quali mette alla luce un figlio, e di rado due. L' affezione di questa madre pei suoi piccoli è un modello di tenerezza ed un sorprendente esempio del suo coraggio nel difenderli.

L' uomo per altro, che troppo spesso non prova in cuore altri impulsi che quelli dettatigli dal proprio interesse, ha trovata nel suo ingegno l' arte di dominare e vincere il coraggio di questi animali, e gli è riuscito di porre in catene il più formidabile fra gli animali. (V. BALENA.)

Il sistema osseo di questo capidoglio, come quello di quasi tutti i suoi congeneri, è lo stesso, presso a poco, di quello della balena franca, eccettuate per altro le vertebre cervicali, le sei ultime delle quali sono insieme congiunte da una specie di anchilosi. Non si conosce esattamente il numero delle vertebre dorsali, nè quello delle caudali; si veggono però trentatre di queste vertebre nelle gallerie del Museo di Parigi, ed hanno ciascuna diciotto centimetri di altezza, e ventun centimetri di larghezza.

Con pari successo ed avidità si pescano i macrocefali, per le loro preziose spoglie, nei due emisferi, ove l' uomo, mosso non solo dal proprio interesse, ma ancora dalla sua destrezza ed ardire, va a raccogliere questi tesori con la medesima facilità delle messi dei suoi campi.

Queste ricche spoglie non consistono solamente nella pelle del capidoglio, nel suo lardo, che ha quasi due decimetri di grossezza, nè tampoco nella sua carne, ch' è di un bel rosso, o nei suoi intestini e tendini, che si adoperano ai medesimi usi di quelli del narvalo comune, ma eziandio nei suoi denti ed in molte delle sue ossa, che servono ai naturali del paese a fabbricare i loro strumenti da pesca e da caccia. La sua lingua cotta è ricercata nelle regioni settentrionali, come una delicata vivanda; l' olio che si estrae dal suo lardo strutto somministra una fiamma chiara e non di cattivo odore, e con le fibre dei suoi muscoli si fabbrica una colla eccellente. Ma la più preziosa fra tutte queste raccolte è l' adipocera, cono-

sciuta nel commercio sotto le volgari denominazione di *bianco di balena* o *spermaceti*, come pure l'ambra grigia, ambedue più che sufficienti per eccitare gli ambiziosi desiderii dell' uomo, che, affrontando le burrasche ed i geli, ardisce ricercare fino ai confini del mondo e provocare a battaglia questo formidabile animale.

Nella testa di questo capidoglio trovasi la prima di queste preziose materie. A quest' effetto, dopo avere tolta la pelle, i tegumenti, il grasso, come pure una membrana nera, che avviluppa grossissimi nervi situati sulla cima dell' enorme testa, si scopre la cassa ossea del cranio, ch' è più o meno solida, e se ne vede allora la cavità, ch' è divisa in due grandi porzioni ineguali da una membrana tessuta di nervi orizzontalmente disposti, dalle quali due cavità, giustamente paragonatesi a due caverne, si estraggono talvolta più di diciotto a venti botti di spermaceti, che allora è liquido. Per altro questa sostanza non è contenuta immediatamente in queste due cavità; ognuna di esse è divisa in più scompartimenti da un' altra membrana che molto somiglia alla pellicola interna d' un uovo, e che contiene questo spermaceti, il quale, durante la vita dell' animale, è perfettamente liquido, e non diviene solido che poco tempo dopo la sua morte; quando è affatto raffreddato, assume molta consistenza, ed allorchè questa materia è divenuta concreta, ha una cristallizzazione ed una lucidezza particolare. (V. BIANCO *di balena.)*

Benchè questa sostanza oleosa trovisi intorno al cervello, n' è per altro distintissima per la sua natura e pel posto da essa occupato in quella cavità medesima; queste due materie si separano facilmente l' una dall' altra per mezzo dello strettoio.

Tale sostanza non solo trovasi nel cervello dei macrocefali, ma ancora in tutta la capacità del loro corpo, dalla testa fino alla coda, ed in generale in tutte le parti adipose di questi animali: vi è contenuta in un numero grandissimo di piccoli vasi, che dalle estremità mettono capo ad un canale, impropriamente chiamatosi vena spermatica, il quale segue la direzione della midolla spinale ed ha il suo sbocco nel cervello medesimo, ove depone nuova adipocera a misura che ne viene estratta quella che vi era precedentemente.

Il capidoglio macrocefalo produce, come abbiamo accennato più sopra, una seconda sostanza, che è conosciuta sotto la denominazione di AMBRA *grigia*, (V. questa parola) ed assai ricercata nel commercio, la quale sostanza è una porzione degli escrementi di questo animale, o di alcuni altri cetacei che egualmente la producono, induriti dalle conseguenze di una malattia, e mesciuti con alcune parti di alimenti non digeriti: trovasi nel canale intestinale, in palle o pezzi irregolari, il cui numero è talvolta di quattro o cinque.

(S. GIRARDIN.)

MACUBA. Specie di tabacco che ha naturalmente l' odore della rosa, e che trasse quel nome da un paese così chiamato, situato nella parte settentrionale della Martinica, ove alcuni abitanti coltivano quella specie di tabacco, senza però farne un oggetto rilevante di traffico, per la qual cosa trovasi assai rare volte in Europa.

Noteremo a questo proposito che in Algeri facevasi al principio di questo secolo un traffico considerabile di questo tabacco sotto quel nome di *macubà* o *macoubà*, essendo colà assai pregiato ed usato comunemente dalle persone più agiate e dai negozianti stranieri. Rimane però tuttora dubbio se quel tabacco nominato macubà, fosse realmente il tabacco della Martinica che sente naturalmente la rosa,

oppure un tabacco scelto dalle Antille, al quale si comunicasse l' odore delicatissimo dell' essenza di rose di Barberia.

(Dis. delle Origini.)

MACULATO. Chiazzato, affetto da macchie, tocco di più e varii colori.

(ALBERTI.)

MADAGORA o *legno vergine*. Sostanza proveniente da una pianta dell' Africa occidentale, spedita in Francia ultimamente. Ha qualche analogia col legno di Cuba, il quale però sembra finora meritare di esserle preferito, attesochè vendesi a basso prezzo e produce colori più solidi e più variati.

(H. SCHLUMBERGER.)

MADDI CHICKHA. Corteccia di una specie di morinda del Mysore, che ivi si adopera per tignere in rosso le tele di cotone. I colori che produce questa sostanza sono un po' foschi, ma si potrebbero combinare vantaggiosamente con alcuni altri. Questa sostanza venne, insieme con altre, spedita alla compagnia inglese delle Indie che la trovò nuova e meritevole che se ne provasse l' uso in grande nelle tintorie e nelle manifatture.

(E. SELLY.)

MADEFATTO. Vale bagnato, umettato, e dicesi quindi da alcuni *madefazione* l' atto di umettare certe sostanze.

(Dis. delle scienze mediche.)

MADHUCA *indica*. Albero assai forte che cresce sulle montagne delle Indie Orientali, ed ha gran numero di rami e di ramoscelli distesi orizzontalmente, guerniti di ampie foglie ovali quasi elittiche, rotondate alle due estremità e fiori numerosi, pendenti, riuniti in un mazzetto terminale. Il frutto è una drupa grossa quanto una prugna, e contiene 4 e talora 2 semi bislunghi ed acuti.

Il suo legno è mediocremente duro, ed ha grana fina e rossastra. Quando vi si fanno incisioni, ne scola in gran copia una gomma resina che non ha alcun uso. I fiori secchi sono un ramo di commercio molto considerabile; si mangiano senza alcuna preparazione, talvolta mescolati coi *carries*, o cotti col riso, e danno un nutrimento sano e fortificante: anche quando sono freschi, hanno un sapore loro proprio e piacevole. Facendoli fermentare con l' acqua e distillandone il prodotto, si ottiene un liquore alcolico che basta anche in quantità piccolissima ad inebbriare. Questi fiori compariscono nel mese di marzo quando sono cadute tutte le foglie, e formano un grappolo composto di trenta o quaranta fiori, i quali rimangono costantemente chiusi: le corolle non cadono che verso la fine d' aprile, un poco dopo la levata del sole, ed è allora che si raccolgono, e si tengono esposte al sole, che in pochi giorni le secca compiutamente: così preparate hanno il sapore, l' odore ed anche l' aspetto delle uve secche.

I semi danno con la pressione molto olio che si rappiglia con facilità, e che invecchiando acquista un sapore di burro un poco rancido. Quest' olio forma l' oggetto d' un grande consumo e d' un commercio attivo nelle diverse parti delle Indie, dove si brucia nelle lampane, e si mescola col burro chiarificato, cioè, reso fluido, come esso.

Quest' albero è coltivato con diligenza nel paese ov' è indigeno. Quando sono per cominciare le piogge si pongono i semi o nelle stufe, se si vogliono trapiantare, od alla distanza di trenta a quaranta piedi fra loro sul terreno che ne dee essere occupato. Dopo sette anni l'albero principia a dar fiori, ed in capo a dieci mezza raccolta: giunto poi a venti anni cessa di crescere, e vive fino a cento. Un albero in pieno frutto dà trecento libbre di fiori, che valgono sessanta franchi, e sessanta libbre d' olio, che costano cinquantadue franchi; laonde il proprietario

ne ritrae una rendita molto lucrosa. La raccolta di quest' albero è più sicura di qualunque altra dell' India, poichè non teme gli alidori, che alle volte fanno mancare quelle del riso, del miglio e degli altri cereali.

(POIRET.)

MADI. V. MADIA *oleifera*.

MADIA. V. GRAMOLA.

MADIA. Arnese della cascina, ed è una cassa senza coperchio entro cui si manipolano alcune sorta di cacio.

(GAGLIARDO.)

MADIA *oleifera (Madia sativa)*. Questa pianta è annua, indigena dell'America settentrionale e conosciuta al Chilì col nome di *madi*, e se ne distinguono finora due sole specie, l' una selvatica, che dicesi *madia de Molina*, l' altra è la *madia sativa* coltivata ivi in grande generalmente da tempo immemorabile per farne olio, e preferita al ravizzone ed al papavero, benchè questi facciano ivi miglior riuscita che nell' Europa. Uno dei primi a parlarne fu Jussieu nella sua opera *Genera plantarum* ed anche Lindley nella introduzione al sistema naturale dei vegetali, raccomanda l' olio di madia come utilissimo nelle malattie pituitose. Il nuovo Dizionario di Storia naturale stampato a Parigi nel 1832, loda l' olio di questa pianta, come atto ad ogni uso, e di un gusto che dice superiore ancora a quello del miglior olio di uliva. In questi ultimi tempi soltanto però venne la madia collocata fra le utili piante agrarie, dietro i primi saggi fattisi nel Würtemberg e dovuti a Bosch, giardiniere del Re a Stuttgard, il quale indicò altresì i primi risultamenti della coltivazione in grande, dei prodotti di questa pianta e dei vantaggi che presenta. Questi risultamenti condussero quell' orticultore a raccomandare come pianta agraria la madia oleifera, e ad annoverarla fra i vegetali che possono far parte di utili avvicendamenti. In appresso questi esperimenti furono seguiti da altri più generali nei vari paesi, e la facilità della coltivazione di questa pianta, il prodotto di seme che dà, e la quantità e qualità dell' olio che se ne ottiene, sembrano confermare la utilità che il Bosch ne aveva sperato.

Appartiene la madia sativa alla classe *syngenesia* di Linneo, all'ordine *poligamia necessaria*, ed alla famiglia delle *corimbifere* nel metodo naturale. I suoi caratteri generici sono d' avere i fiori del disco ermafroditi, tubulosi, e quelli del raggio femminei, semifloscolosi, tridentati all' apice, e sormontati da uno stilo capillare. Il ricettacolo è nudo; le semenze sono appianate da una parte, convesse dall' altra e sprovvedute di pappo. La radice di questa pianta è perpendicolare, fusiforme, divisa in pochi rami, e fibrosa; il fusto erbaceo ramoso, cilindrico, e coperto di peli bianchi, glanduliferi. Le foglie sono numerose, alterne, lineari, o lineari-lanciolate, spuntonate, intere, lunghe da 4 a 5 pollici e larghe da 5 a 6 linee, d' un verde chiaro e pelose. I fiori nascono alla estremità dei rami, o dalle ascelle delle foglie; sono gialli, glomerati, e quasi sessili od attaccati ad un corto picciuolo. Di natura piuttosto crassa e viscosa al tatto giunge la madia sativa all' altezza di un piede e mezzo.

La madia è di facile coltivazione; riesce nei climi meridionali temperati ed asciutti, dando risultamenti meno vantaggiosi in quelli freddi ed umidi. Seminata nei monti delle Alpi a 800 metri di elevazione sopra il livello del Mediterraneo, arrivò ivi pure a perfetta maturità. Si adatta facilmente ad ogni sorta di terra, purchè non sia troppo umida nè troppo arida; preferisce tuttavia le terre asciutte e leggere, convenendole però anche quelle silicee o silicee argillose; riesce ugualmente

bene nelle terre sassose e quarzose ed in quelle calcaree secche, ed anche in quelle parimente calcari e sassose. Siccome teme l' umidità, così vien meno bene nelle terre forti e compatte, ed in quelle umide e fredde, ove talvolta manca del tutto. Nelle terre fertili argillose prospera e produce eziandio più che nelle altre, ma si matura più tardi, cioè solo in quattro o cinque mesi, invece che in soli tre mesi, come nelle terre leggere e calde. Il vantaggio di riuscire nelle terre meno ricche, ed anzi in quelle povere rendono questa pianta importantissima.

La organizzazione e lo sviluppo della madia sativa indicano essere questa pianta facile a tenersi in vita, e potersi assoggettar facilmente ad una regolare coltivazione. Le sue radici poco capellute mostrano che non impoverisce il suolo, e spiegano come possa riuscire in un terreno di qualità inferiore senza grande bisogno di letami. Essendo coperta di peli in tutte le superficie esposte all' aria, si vede essere di quelle specie che assorbono più dall'atmosfera che dalla terra, ed i fatti lo provano. La sua natura secca e fibrosa le dà tale robustezza che può facilmente sfidare la rigidezza dei nostri inverni, ed anche resistere alle siccità. All' opposto teme la umidità del suolo, e quella dell' atmosfera, massime quando sia questa continua ed abbondante. Con la umidità la pianta si allunga e dà pochi ricettacoli i cui semi abortiscono, si scavano ed anneriscono. È duopo che la vegetazione si faccia regolarmente in tutte le sue fasi, perchè lo sviluppo si arresti abbastanza per tempo, affinchè i ricettacoli si formino e la fioritura non impedita prepari una buona fruttificazione. Le piante a fiori composti sono certamente le più difficili ad ottenerne i semi, poichè la menoma irregolarità nelle fasi caratteristiche delle epoche della loro vita influisce sulla produzione delle frutta. Questa pianta ha di più il vantaggio, pure importantissimo, di resistere alle nebbie, e di non avere alcun insetto che la molesti, il che deesi certo attribuire alla viscosità che la copre, ed all' odore acuto e spiacevole che emana. La passera e gli altri uccelli seminivori però ne sono ghiottissimi.

Un suolo sminuzzato diligentemente e concimato da molto tempo è quello che più le conviene; ma non si dee trascurare di prepararlo con una buona aratura ed erpicatura innanzi alla semina.

Seminasi la madia nell' autunno, dalla metà di ottobre fino ai primi giorni di novembre, oppure in primavera dal febbraio fino all' aprile. Vedremo anche nel riferire le esperienze fattesi in Italia come abbiasi seminata con vantaggio eziandio nel settembre oppure nel maggio. Nel Würtemberg si preferisce la seminagione autunnale tosto che il terreno è abbastanza asciutto; ma per evitare le soverchie viscende atmosferiche sembra aversi un esito maggiormente sicuro seminando in primavera. Tuttavia la robustezza di questa pianta, anche durante l' inverno dei nostri climi, fa che si possa trattarla come pianta invernale, vale a dire che seminandola in autunno, abbastanza per tempo, affinchè possa acquistare forza sufficiente prima della sopravvenienza dei freddi, attraversa vittoriosamente i rigori della stagione. Allora si può raccogliere più prontamente e dà più abbondanti prodotti. Sembra tuttavia che non la si abbia a seminare troppo presto nell' autunno, per timore che avendo più tempo al suo primo sviluppo cresca di troppo innanzi del verno e divenga così più accessibile al freddo ed all' umidità della stagione. La sua robusta natura permette altresì di seminarla assai per tempo in primavera, non avendovi azione nociva le brine. Seminata in quel tempo dà quasi altrettanto prodotto che

seminata in autunno, ma la maturità è allora tanto più tarda. Siccome abbiamo veduto che non teme la siccità, così si può anche seminarla più tardi sul finire di primavera, crescendo abbastanza presto per maturare i semi prima del freddo. Si avranno per altro diversi risultamenti, se la pianta è posta in terreno umido o se la stagione corre umida, poichè in tal caso i tessuti sono più molli e gli organi più lassi e più impressionabili, e l' organismo comportasi in modo affatto diverso. In generale occorre a questa pianta piuttosto il secco che l' umido ed una terra piuttosto poco ricca che troppo, mentre nel suo primo sviluppo la vegetazione dee essere lenta ed arrestarsi a tempo, seguendo l' andamento della stagione. Perchè i prodotti sieno più abbondanti è duopo che la pianta acquisti il suo crescimento in tempo opportuno, affinchè compiasi lo sviluppo con la formazione della maggior quantità possibile di ricettacoli, e perchè la formazione di tutti questi succeda simultaneamente, affinchè il raccolto facciasi tutto ad un tempo; se ciò non fosse il raccolto diverrebbe assai più difficile e più costoso, per conseguenza, oppure esporrebbe a perdere molti semi, sul che influisce tanto la natura del terreno che il modo della seminagione.

La semina può farsi a manciate od anche in solchi, il che val meglio; come pure giova seminare troppo rado anzichè troppo fitto. È tanto più necessario di seminare rado in quanto che l' accesso dell' aria intorno a tutte le parti di ogni pianta ne agevola il diseccamento, e la buona costituzione; mentre invece se mantiensi una umidità ogni poco eccessiva nel centro dei ricettacoli fa abortire molti semi ed inoltre la fecondazione necessaria dapprima non si fa a dovere. Essendo i semi poco voluminosi, piatti e coperti di un sottile inviluppo, richiedono di essere posti a poca profondità, perchè la germinazione possa farsi bene e presto, ed esigono poi che si solchi alquanto il terreno, perchè il contatto di questo coi semi sia più perfetto, quindi giova coprirli con l' erpice o col cilindro. Tutti i semi hanno poi a mettersi in ugual situazione e soggetti quanto è possibile ad uguali condizioni, poichè il ritardo di una pianta, ed il rapido sviluppo di un' altra, per qualsiasi cagione, producono la differenza e la irregolarità che in appresso si osservano.

Per la semina in solchi si impiegano due chilogrammi di seme per ogni ettaro; ponendosene 4 a 4 e 1/2 per la semina a manciate.

Si è riconosciuto che la madia non soffre pel trapiantamento; ma esso non sembra convenire a questa pianta diminuendo l' abbondanza dei prodotti che cercasi di ottenere dalla coltivazione in grande. Quando le piante sono forti abbastanza è duopo diradarle se trovansi troppo fitte, sicchè sieno distanti circa un metro una dall' altra, poscia quando sono giunte pressochè alla metà di loro altezza, si dà loro una sarchiatura. Nelle seminagioni d' inverno occorrono due sarchiature, l' una in aprile l' altra in maggio; evitando di andare a troppa profondità, perchè le radici che non penetrano molto addentro in terra esporrebbero la pianta ad essere sollevata.

Quando la pianta ha passata la fioritura, ben presto seccansi tutte le parti dei ricettacoli e si formano i semi; allora l' involucro socchiudesi ed i semi, debolmente attaccati al loro ricettacolo, sollevansi, cadendo facilmente alla menoma agitazione degli steli, ed anche senza ciò. Le piante giungono a tale stato tre o quattro mesi dopo la semina, secondo il corso delle stagioni più o meno calde, cioè in luglio per le piante seminate d' autunno; in agosto per quelle seminate al principio di prima-

vero, ed in settembre per quelle semi-nate al finire di primavera. Si conosce che i semi sono maturi dal colore della punta, e da quello dei semi che pas-sano dal verde al bigio, e dal solleva-mento di questi semi stessi, e fa duopo in allora affrettarsi a raccoglierli, non aspet-tando neppure che tutti i ricettacoli sieno allo stato di completo diseccamento, vale a dire, che tutti i semi sieno staccati, perchè allora la perdita è inevitabile. Inoltre, se i semi si lasciassero troppo a lungo sulla pianta si guasterebbero riscaldandosi. Que-sto raccolto si fa strappando le piante, oppure tagliandole vicino a terra con la falce, scegliendo ad ogni modo per tale operazione la mattina di un giorno sereno. Il tagliare le piante riesce più costoso, meno sollecito, ed espone a perdere una parte dei semi. Le piante raccoltesi scuo-tonsi alquanto entro un barile od una botte, affinchè lascino cadere i semi più maturi, come si usa fare per la canapa, poi si stendono le piante sul campo fino a tanto che sieno secche, come si pratica col ravizzone, ed il trasporto si fa in carri con tela sottoposta, per non perdere semi.

È di molto vantaggio sottomettere la raccolta subito alla battitura, perchè que-ste piante alcuno facilmente si riscaldano e rendono poi difficile lo staccarsi dei se-mi che vengono con facilità quando la pianta è ben secca. È facile rimondare il seme me-diante le solite macchine o stacci, ma nel grande poi pochi tempi è duopo volger-lo al vento fino a tanto che sia bene ventilato.

Spremendo il seme con acqua calda ed assoggettando di nuovo, prima di assogget-tarlo alla pressione, se ne avrà un olio di qualità superiore.

Siccome parlando poco sulla costituzione [illegible] principio oleaginoso [illegible] la fermentazione di esso, ci limiteremo [illegible] che l'umido ed il secco hanno grande influenza sulla qualità dell'olio. Il seme venuto nelle annate secche ed in terre asciutte riesce migliore e dà un olio di eccellente qualità e facile ad estrarsi; mentre, invece nel caso opposto l'olio è meno buono e più difficile ad estrarsi, ed i semi sono più vuoti e meno bene confor-mati.

La pianta secca della madia serve a bruciarsi abbondando di sostanze resinose ed ardendo con bella fiamma; ma può an-che usarsi per farne letto agli animali, spe-cialmente mesciuta con altrettanta paglia. Rende ottimo concime, quando si usi però l'avvertenza di mantenerla bagnata nel le-tame, essendo facile a riscaldarsi troppo du-rante la fermentazione. Il principale pro-dotto della madia però è il seme, per l'olio che se ne ritrae, la quantità del quale varia naturalmente secondo il terreno e la dili-genza usata nella coltivazione e nella rac-colta. Secondo Bosc un arpento Würtem-burghese di 38,400 metri quadrati, pro-duce a termine medio da 4 a 6 $\frac{1}{2}$ Schef-fel di grano, lo Scheffel del Würtemberg essendo di 8,396 pollici cubici, e del peso di 97 a 104 chilogrammi, che, dietro esperienze fatte in varii mulini costruiti in diverse maniere, diedero da 34 a 35 chi-logrammi di olio $\frac{1}{4}$, come al solito, con la pressione a freddo ed $\frac{1}{4}$ a caldo.

Confrontando questo prodotto con quelli del ravizzone e del papavero si trovò la seguente proporzione. Il ravizzone, che matura soltanto nel secondo anno, rende per ogni campo 4, od al più 5 staia di semi, ma di sovente non riesce così bene; dallo staio si ottengono 96 libbre di olio; un campo adunque rende, ammettendo il mas-simo prodotto di 5 staia di semi, in due anni 480 libbre di olio e valutando la lib-bra a 15 carantani, sono per anno 60 fiorini.

Un campo di papaveri rende da 2 1/4 a 3 staia di semi; lo staio dà 88 libbre

di olio; ammettendo adunque parimente il massimo prodotto di 3 staia, sono in tutto 264 libbre di olio, che, a 15 carantani, sono 66 fiorini.

Un campo di madia, che matura dentro il mese di luglio, rende, calcolato a 5 staia, ognuno di 66 libbre d' olio, a 15 carantani, un prodotto del valore di 85 fiorini, e calcolando anche qui, come sopra, il massimo prodotto di 6 1/2 staia, fiorini 110 e mezzo.

Oltre a queste osservazioni del Bosch, primo giardiniere di S. M. il re di Würtemberg, inviato alla prima riunione degli Scienziati italiani, altre ne fece pure la Società agraria del regno di Würtemberg.

« Gli sperimenti, dic' ella, fatti nell' orto agrario della Società con la madia, hanno confermato pienamente l' importanza di questa nuova coltivazione introdotta dal *Bosch*.

» Quantunque avrebbesi dovuto supporre, che, giudicando dalla patria originaria della madia, il nostro clima non sarebbe adattato a questo genere di coltura, pure l' esperienza di tre anni consecutivi provò ad evidenza, essere dessa capace di sopportarlo e meno sensibile ai suoi rigori di molte altre piante da gran tempo fra noi coltivate.

» Per quanto lice giudicare da una piccola serie di sperimenti, la madia può coltivarsi con egual successo seminata nell' autunno e nella primavera. Avendone seminato una piccola quantità alla fine di ottobre del 1835, germogliò con tempo favorevole in breve, e si temeva che le piante ancor tenere dovessero soccombere al gelo repentinamente subentrato; pure si mantennero e resero una quantità sorprendente di semi. Nell' anno 1837 si seminò nel mese di febbraio, non soffrì dalle brine vernali e riuscì perfettamente, e così pure la semina nella primavera del 1838. Il metodo di trapiantare in altro campo le piante troppo fitte, diede pure felice riuscita.

» La quantità del raccolto non fu bene accertata, attesochè l' orto non permette coltivazioni di sufficiente estensione ed è troppo esposto ad essere danneggiato dagli uccelli, come avvenne di fatto.

» L' olio è dei più grassi, buonissimo a mangiarsi ed ottimo per le manifatture, ciò che lo rende di somma importanza. »

In seguito gli esperimenti del Bosch si ripeterono negli altri paesi, e con successo abbastanza soddisfacente. Così un coltivatore di Alsazia sopra una estensione di sei ettari ottenne 152 litri di semi; 100 litri dei quali diedero $18^{chil.},33$ di olio e $35^{chil.},5$ di residui, atti al nutrimento dei bestiami. Philippar ottenne $12^{chil.},5$ di semi per ogni ettaro, e trovò che le stiacciate di madia, cioè i residui della spremitura sono eccellenti pel nutrimento dei bestiami, la membrana lignea che inviluppa la mandorla rimanendo imbevuta di una certa quantità di olio che non può estrarsi con la più forte pressione.

Non mancarono anche fra noi esperimentatori di questa coltivazione, e faremo conoscere i principali risultamenti da essi ottenuti.

Francesco Giulini fino dal 1838 portò da Stuttgard i semi della madia sativa, e trovatili prosperare nel nostro clima ne moltiplicò le prove nel vasto podere di Lazzago vicino a Como, estendendone nel 1840 la seminagione a due intere pertiche, e variando la natura del terreno per istabilire la qualità del terreno che meglio a questa pianta conviensi, ed il prodotto di essa. Questi esperimenti confermarono molte delle cose riferite dal Bosch. La madia sativa seminata in primavera, cioè nel mese di aprile e di maggio presentò sulla fine di giugno una piena fioritura, ed il seme maturò al cadere di luglio, specialmente nel 1839, in cui la stagione

fu secca ed assai calda, lo che non avvenne nel 1840 piuttosto piovoso, in cui fu matura per la metà d'agosto.

Dagli esperimenti fatti per conoscere la qualità del terreno che meglio le conviene, non che la quantità di semi che può dare una pertica di madia, paragonata al prodotto di una pertica di ravizzone colzato per istabilire la convenienza della coltivazione, ebbe a conoscere il Giulini che occorrono dalle venti alle ventuna once di sementi alla pertica, che prosperò e diede maggior prodotto coltivata in un terreno argilloso piuttosto forte esposto a mezzodì; ed assai minore in uno siliceo leggero ed inclinato a ponente, ove crebbero più misere le piante, e fu scarsissimo il raccolto, sia per questa sola ragione, o perchè fosse stata anticipata di troppo la seminagione, od anche per la frequente pioggia nel tempo della fioritura. Ad ogni modo il prodotto della seminagione fatta nello scorso anno fu di quasi cinque staia e mezzo per pertica. Il prodotto della seminagione fatta fu nel 1840 come segue. Dalla pertica di terra leggera ed inclinata a ponente si ebbe un prodotto, come già si disse, assai scarso, imperfetto e da non porsi a calcolo. Dalla pertica di terreno forte si ricavarono staia sei abbondanti di seme, più perfetto e pesante, con evidente probabilità di maggior prodotto, essendosi osservato che le piante cresciute più rade erano più rigogliose, portavano più fiori ed una maggiore quantità di semi, di un bel colore cinereo-oscuro, della grossezza quasi di quelli della segale; il quale risultamento ottenuto con una coltivazione ancora imperfetta, nè condotta con quelle pratiche che una più accurata esperienza saprà suggerire, non si ottiene dal ravizzone, presso noi d'esito per l'ordinario più incerto, dovendo restare più a lungo nel campo, superare i geli dell'inverno e le altre nemiche vicissitudini delle stagioni, inconvenienti che non soffrì, da quanto si è riferito, la madia, trattata altrove anche come pianta invernenga.

Intanto fino dallo scorso anno essendo stati sottoposti i semi della madia ad un torchio comune di vecchia costruzione, diedero un olio di bel colore pagliarino carico, non molto denso, di buon sapore, sebbene un poco erbaceo, che non fa quasi nessun deposito; e sebbene non siasi tenuto esattissimo calcolo sulla quantità spremutane, e dell'olio ottenuto, si sarebbero però sempre avute da uno staio di semi libbre 7 piccole, o libbre 2 ed once 14 di olio, che impiegato recente, od anche dopo alcuni mesi per condire un'insalata trovossi buono dal Giulini e da altri che non avevano per esso favorevole prevenzione. Dai confronti poi fatti a Lazzago risulterebbe, che mentre il ravizzone colzato diede nel 1840 per massimo prodotto staia quattro e mezzo di semente ad ogni pertica, la madia su di uno stesso spazio ne diede uno e mezzo di più. E come il colzato diede libbre piccole 11 ed once 9 di olio per ogni staio di semi, e la madia dal seme dello scorso anno libbre piccole sette di olio, sarà quindi non la sola abbondanza del raccolto, ma anche la qualità migliore dell'olio l'argomento che dovrà con ragione animare alla sua coltivazione ed a darle una preferenza.

Riguardo agli avanzi dell'operazione del torchio si è notato che uno staio di semi di ravizzone, che pesava libbre piccole 33 ed once 6, diede in panello libbre 23 ed un quarto; che uno staio di semi di madia del peso di libbre piccole 26 ed 8 once diede 19 libbre piccole di panello che fu rifiutato da' buoi, e venne mangiato dalle vacche, non con grande avidità; ma che del resto non produsse incomodi alla loro salute. Abbruciato diede un odore disgustoso, e fu trovato eccellente come concime,

Finalmente non è da tacersi l' uso che si fa degli steli del colzato che si prestano con tanto vantaggio per l' imboscamento dei filugelli.

I risultamenti definitivi di confronto per ultimo ottenuti nel 1840 tra il ravizzone colzato e la madia sativa sono i seguenti:

1.° Da una pertica seminata a colzato si raccolsero di semi	staia	4	1/2
Da una pertica di terra seminata a madia si raccolsero	»	6	—
Quindi la madia diede in prodotto più del colzato .	»	1	1/2
2.° Uno staio di colzato pesò . . libbre piccole		35	10 3/4
Uno staio di madia pesò	»	26	9
Quindi la madia sativa pesò meno del colzato . . .	»	9	1 3/4
3.° Uno staio di colzato produsse d' olio . . .	»	11	9
Uno staio di madia produsse e d'olio vergine di buon sapore	»	4	18
Detto riscaldato . .	»	3	3
In tutto . libbre piccole		8	1
Quindi la madia sativa diede meno del colzato .	»	3	8.

Pure, ad onta di tutto ciò, la coltivazione della madia si raccomanda ancora per la fondata speranza di maggiore raccolto dietro coltura più accurata, ed anche per una maggior certezza di prodotto, che pure si spera trovare, come di pianta invernale, conoscendosi da tutti quanto a tale riguardo riesca incerto il raccolto del colzato. Ma quand' anche queste speranze andassero a vuoto, avvi ancora una ragione di preferire la madia, se la qualità dell' olio, che si asserisce migliore, verrà per tale riconosciuta ed apprezzata in commercio. In fatti valutando l' olio di colzato al prezzo corrente di soldi 10, e quello della madia di soli soldi 12, avremo

Importo di libbre 48. 6. — olio di madia libbre 29. 2
» » » 52. 10. 1/2 » colzato » 26. 9

Differenza a favore della madia . . . . libbre 2. 13.

Anche Giuseppe Roncoroni in Olgiate nel 1840 esperimentò la coltivazione della madia seminandola parte in aprile e parte in maggio in un terreno siliceo argilloso ben concimato. Trovò che prosperò meglio la semente consegnata alla terra in maggio; la quantità di seme da lui usata fu di 6 once nella sesta parte di una pertica di terreno, essendosi fatte due sarchiature ed essendosi avuto il seme maturo pel principio di agosto ottenendosene uno staio.

Ulteriori esperienze rimanevano però a tentarsi riguardo alla coltivazione iemale, per conoscere se la madia resista anche nel verno e maturi in tempo da potersi usare il campo alla seminagione di un secondo prodotto, circostanza che dee rendere indubbiamente sempre più conveniente ed utile questa nuova pianta oleifera.

La quistione intanto, volendo prestare fede all' opuscolo del Bosch, pareva già sciolta dai tentativi fatti nel Würtemberghese, lasciavano già travedere la ragionevole probabilità di una coltivazione anche iemale, appoggiando le speranze alla maggiore mitezza del nostro clima confrontato con quello. Ecco i risultamenti delle esperienze fatte intorno a ciò da Francesco Gatti. Nell' autunno dell' anno 1840

fece porre in buon terreno alcune once di semi della madia sativa sulle due opposte sponde del lago di Como vicino alla città.

Quella seminata alla metà di settembre in una esposizione di sud-est spuntò in otto giorni, e crebbe in modo da presentare al principio di dicembre quasi un palmo d' altezza. Resistè ai forti e lunghi freddi, il cui grado massimo fu di gradi 8 sotto lo zero ed alle nevi che caddero replicatamente in copia nel verno; e sebbene una sola volta sarchiata, vegetò orgogliosa, e fu presto matura, cosicchè alla metà di giugno era già raccolta la semente, che misurata, avrebbe, giusta i calcoli di proporzione, dato il prodotto di staia sei e mezzo per pertica.

Quella posta in terra il giorno 24 ottobre in un'esposizione di sud-ovest spuntò più tardi; ma correndo bella la stagione potè giungere all' altezza di due pollici innanzi che si facesse rigida, e resistette ai freddi ed alle nevi. Solo allo spiegarsi della primavera si trovarono morte varie pianticelle nel campo. Indagata la causa, parve che i topi discesi dai monti le avessero rosicchiate alle radici, siccome avvenne anche ai giovani gelsi. Questa circostanza però fece che, trovandosi le piante diradate, tallirono assai più presentando una vegetazione molto rigogliosa. Alla fine di giugno la madia fu matura, e diede una semente assai migliore della suindicata.

In una buona esposizione di mezzodì, ma in terreno di mediocre qualità, fu la madia seminata il giorno 18 ottobre 1840 a Vertemate, paese lungo la strada milanese, ma che ancora sente del colle, ove crebbe sì prospera che potè reggere ad un freddo forse maggiore dell' indicato. Venuta la buona stagione, e le pianticelle essendo alquanto spesse, vennero trapiantate, e corrisposero all' esperimento con tanta prosperità che col giorno 21 giugno la semente era matura e raccolta, rendendo in ragione di staia sette per ogni pertica.

« Il giorno 26 ottobre 1840 ad Intimiano paese pure in collina, in terra forte non molto concimata, ma in buona esposizione, fu seminata la madia. Alle prime nevi era cresciuta all' altezza di un' oncia. Resistè nel verno, e zappata in maggio fu raccolta il giorno 10 luglio. Il prodotto fu di quartine sette, avutesi da cinquantaquattro quadretti di terra, sebbene siensi perdute le piante cresciute in parte ombreggiata. Gli steli della madia riuscirono un ottimo concime.

A questi buoni risultamenti potrebbersi aggiungerne altri che si tralasciano, non avendo potuto assicurarci della assoluta loro verità. Ad onore anzi di questa è da dirsi, che gli esperimenti fatti in altre esposizioni anche non molto lontane da Como, siccome ad Appiano dall' ingegnere Scalini, ad Olgiate, dal Roncoroni a Lazzago, dal Giulini ed altrove da altri, avrebbero provato non avere resistito la madia alla coltivazione invernale, o per lo meno doversi limitare la seminagione in autunno ai soli luoghi di collina, o meglio alle sponde del lago.

Ecco le particolarità dei risultamenti ottenuti a Lazzago:

La pertica in precisa misura fu preparata nel settembre del 1840 con la vanga comune, ed in terreno argilloso. La posizione era piuttosto favorita dal mezzodì, ed il giorno 17 pure di detto mese fu seminata la madia nella quantità di once 20. Nacque rasata nel mese di ottobre, e si ebbe piena lusinga che dovesse superare le ingiurie del verno. Dileguatesi le nevi nel febbraio, con sorpresa si trovò distrutta e scomparsa. Un risultamento così sinistro non distolse dal ritentare in primavera gli esperimenti sulla madia a Lazzago. Novamente seminata il

giorno 24 marzo, e zappata con cura nel maggio, fu matura per la fine del luglio, dando staia 7 comasche, prodotto genuino della suesposta pertica milanese. Questa misura che si dee ad un più accurato metodo di coltivazione, ed alla diligenza usata nella raccolta, mentre conferma, anzi accresce, la cifra del prodotto ottenuto sarà nuovo argomento perchè la madia non venga posta in obblio, tanto più che a Lazzago fu dopo la messe nello stesso campo seminato il miglio, il quale, sebbene sia nato raro, pure crebbe a molta altezza. Anche ad Olgiate fu pure tentata la seminagione dei grani di secondo ordine nel campo da cui fu tolta la madia, e con buon successo.

Pietro Balzari, considerando che la madia seminata in primavera entro lo spazio di pochi mesi nasce, cresce e matura, pensò pure che invertendo l' ordine della di lei *coltivazione*, e volendola riguardare siccome un prodotto secondario, potesse essere seminata dopo la raccolta del ravizzone, del frumento, della segala, come si usa col melgone quarantino, col miglio, col panico, col grano saraceno, togliendola così ai danni del verno senza perdere il prodotto della principale seminagione. Perciò, nelle posizioni medesime indicate vicino a Como, fece seminare in un campo ove era stato raccolto il frumento, la madia al principio di luglio, e questa presto spuntò; ma crebbe con qualche stento, correndo assai calda e secca la stagione. Poi le piogge la crebbero ben presto all' altezza di un buon palmo.

La estrazione dell' olio si fa ne' modi seguenti:

1.° Con la semplice cuocitura. Rotti ed acciaccati i semi si fanno bollire ripetute volte nell' acqua, per due ore ogni volta, e col raffreddamento si ottiene l' olio.

2.° Con la spremitura. Dopo stiacciati ben bene i semi, si sottopongono immediatamente allo strettoio, ed in tal modo si estrae l' olio.

3.° Con la spremitura e col calore. I semi, dai quali fu spremuto l' olio, ridotti in massa, devono essere inumiditi con abbastanza di acqua, e riscaldati in una caldaia, dopo essere stati ben divisi e franti; pochi minuti dopo si sottopone il tutto ad una nuova spremitura, per mezzo della quale si ottengono olio ed acqua, che col raffreddamento si possono separare.

Questo olio ha un odore ed un sapore che gli sono caratteristici. Il suo colore è giallo carico, trasparente; il suo peso specifico è 0,92; e si congela fra l' 8° ed il 10° sotto lo zero.

Già si disse come al Chilì se ne faccia grand' uso, e lo si ritenga di ottima qualità. I chimici dichiarano questo olio ottimo per condimento dei cibi e pegli usi economici e terapeutici. Feuilliè lo dice superiore all' olio di uliva, ed altri autori, senza spignere tanto oltre gli elogi, lo trovano tuttavia superiore agli olii di papavero o di ravizzone. Philippar avendone dato alcuni semi al celebre chimico Soubeiran, questi ne ottenne un olio di ottima qualità e molto superiore a quelli di colza, di ravizzone e di papavero. Anche il consiglio agrario di Clermont, e le Società di Metz e di Strasburgo dichiararono l' olio della madia superiore a quelli del ravizzone e del papavero. Brucia con fiamma chiarissima e quieta, e la sua difficoltà di congelarsi lo rende ottimo per ugnere le parti delle macchine, come il non esser soggetto ad irrancidire, lo rende preferibile anche a quello di uliva per la filatura delle lane e per la gualcatura dei pannilani. Finalmente si è riconosciuto che produce un sapone consistente e facile a sciogliersi. Avendolo assoggettato all' analisi, Bosch lo trovò composto di 45 parti di oleina, 40 di stearina e 15 di glicerina. Questo olio però fu sottoposto a più diligenti indagini

da Michele Messa di Como che ricevette dal Giulini una certa quantità di semi della madia sativa per estrarne l'olio con la maggior diligenza, caratterizzarne la specie e riconoscerne le proprietà e le applicazioni che fare se ne potevano alle arti e manifatture. Eccone i risultamenti: L'olio della madia sativa, ottenuto a freddo col torchio farmaceutico, è della specie degli olii essiccativi, di color giallo pallido, di un odore suo proprio piuttosto aggradevole, di sapore dolce. Assorbe il gas ossigeno assai meno degli altri olii della sua specie, pel che ha pochissima tendenza ad irrancidire. Arde equabilmente con fiamma viva e produce assai meno fumo degli altri olii, di modo che per la combustione, dopo quello d'uliva, occupa il primo posto. Ha una fluidità simile all'olio di noce. La sua proprietà essiccante è maggiore di quella dell'olio di lino, di papavero e di noce, perciò merita di essere a questi preferito si nella pittura, che nelle vernici grasse, mentre non va soggetto come quelli ad ingiallire col tempo. Agitato con l'acqua pura ed esposto al contatto dell'aria diviene assai più chiaro e limpido e si accresce la sua facoltà essiccativa. Cento parti d'alcole a gradi 40 ne sciolgono due parti, e l'etere una quantità doppia. Scioglie bene lo zolfo ed il fosforo; si congela difficilmente ad alcuni gradi sotto lo zero, cioè tra gli 8 ai 10. Si combina bene cogli alcali e forma saponi molli all'interno, come avviene con tutti gli altri olii della sua specie. I semi ne danno circa un quarto del loro peso. Il residuo panello macinato e cribrato somministra un alimento al bestiame dando una farina nutritiva.

Del resto il Messa crede di non potere convenire sull'esattezza dell'analisi chimica relativa all'olio della madia sativa data da Bosch, avendola trovata in contraddizione con alcune proprietà da lui esposte. L'olio di madia poi come medicinale finora non presentò particolarità che meritino di essere notate, se non forse la maggiore facilità di essere digerito.

Rendendo conto degli esperimenti del Giulini e di quelli fattisi nel Wirtemburghese, il Balzari nel 1840 così conchiudeva. « Voglio sperare, diceva egli, che questi fatti animeranno i nostri agricoltori a ripeterne le prove, od almeno a farne quante ne vennero istituite per l'arachide ipogea, prima di giudicare con sentenza precipitata esagerati o non sinceri i fatti, ed abbandonare con indifferenza, come tante altre utili novità, la madia sativa alla dimenticanza. Che se a taluno poi non ne paresse conveniente la coltivazione ove prosperano l'ulivo, il noce, il lino, il ravizzone, il primo de' quali più vantaggioso pei pregi del prodotto, gli altri di una convenienza meno fallibile già sperimentata, o pel dubbio che la madia non sempre possa giugnere alla perfetta maturità in tempo da lasciare luogo alla seminagione de' grani minuti pel secondo raccolto nel campo già per essa impiegato, dal complesso delle circostanze notate si può invece trarre argomento di migliori speranze; ed il Balzari osa anzi spignerle al segno di non credere improbabile, a coltivazione meglio perfezionata, anche un doppio raccolto all'anno. Gioverà quindi sempre avere aggiunto questa utile pianta alle altre oleifere nostrali, tanto più nella distruzione ogni dì sempre crescente del noce che somministra il miglior olio essiccativo, lasciando che il tempo le assegni quel valore che merita; e se per mitezza di clima, per la qualità dei terreni, e per le pratiche agrarie particolari non tutte le località sono sì felici da essere rallegrate dall'ulivo, ed adattate alla coltivazione degli altri olii, è duopo insistere a raccomandare la madia sativa, men facile a risentirsi delle influenze nocive del nostro clima, ed il cui olio viene per bontà subito dopo quello d'uliva, e può me-

glio degli altri sostituirvisi. Che se riflettasi avere la operosità della odierna agricoltura accresciuto il bisogno de' concimi, perchè mai la madia per la sua qualità di pianta quasi crassa e per l' abbondanza de' getti laterali allo stelo non potrebbe essere impiegata come il lupino colà, dov eper la mancanza di boschi e di brughiere scarseggiano i letami, lasciandola crescere fino a qualche altezza per seppellirla col soverscio nelle terre che voglionsi bonificare? E perchè non potrà essere seminata come il lino, o come il ravizzone, e sottoposta allo esperimento dell'avvicendamento iemale e di primavera, se non è sì facile a sentire gli influssi atmosferici, se il raccolto a circostanze eguali perviene a maturità con maggiore costanza coltivato con ambi i sistemi, forse in tempo da lasciar luogo ad un altro prodotto, e se finalmente è necessaria sì piccola quantità di semente?

Affinchè però i lettori sieno meglio informati intorno alle diverse opinioni risguardanti la coltivazione della madia sativa, crediamo bene di soggiugnere alcune osservazioni fatte in proposito dal distinto agronomo Boitard.

Nota adunque questo scrittore, che la madia sativa esala da tutta la pianta un odore fetido e nauseoso, che il suo olio conserva un sapore ingrato che ritrae di quell' odore, e che se questo odore si toglie artifizialmente, l' olio riesce affatto insipido e simile nel sapore a quello di papavero. Inoltre l' olio di questa pianta è meno copioso di quello del colzato e d' altre piante più comuni, e solo eguaglia quello dell'elianto annuale, e d' altre piante oleifere generalmente trascurate, la cui cultura però sarebbe ancora più utile dal lato degli steli e delle foglie, giacchè se ne può ritrarre pascolo, combustibile e soda, mentre gli steli e le foglie della madia non sono d' alcun uso. Da ciò conclude il Boitard, che le lodi fattesi alla coltura della madia sono esagerate. Conviene però anch' egli che l' introduzione di questa pianta possa tornare utile all' agricoltura, ed ecco il come. La madia si adatta facilmente ad ogni sorta di terra, purchè non sia troppo umida, nè troppo arida. Nelle terre fertili argillose prospera e produce assai più che in altre, ma giugne a maturanza solo nel termine di quattro o cinque mesi; laddove nelle terre leggere e calde cresce molto rapidamente, e dà buon prodotto in soli tre mesi. Questa rapida vegetazione è appunto il pregio della madia, potendo così porgere un secondo raccolto. Quindi, conchiude il Boitard, ogni volta che si potrà seminare la madia dopo un primo raccolto, sarà vantaggiosa la sua coltivazione, ma non potrà mai divenire raccolto principale, come le altre piante oleaginose generalmente coltivate. L' esempio della Germania, ove la coltivazione della madia va propagandosi, conferma quest' opinione, facendosi colà servire questa pianta specialmente appunto come secondo raccolto.

Noi però abbiamo più sopra annunziate migliori speranze, fondate sugli esperimenti fattisi frà noi in clima più confacente alla natura di questa pianta. Nel riportare quindi l' opinione non troppo conforme del Boitard, non fu nostro intento di nulla detrarre a quanto avevamo detto, ma solo di rendere cauto nelle sue esperienze il coltivatore e fornirgli maggiori lumi.

(Fr. Philippar — Francesco Gera — Pietro Balzari — Francesco Giulini — Michele Messa — Boitard.)

MADIDO. Lo stesso che Madefatto. (V. questa parola.)

(Alberti.)

MADISTERION. Stromento per rendere liscia la pelle e strappare i peli che vi nascono.

(Omodei.)

da Michele Messa di Como che
dal Giulini una certa quantità di
madia sativa per estrarne l'olio
gior diligenza, caratterizzarne
riconoscerne le proprietà e le
che fare se ne potevano alle
fatture. Eccone i risultam
madia sativa, ottenuto a
farmaceutico, è della sp
cativi, di color giall
suo proprio piuttos
re dolce. Assorbe
degli altri olii d
pochissima ten
equabilmente
assai meno
che per la
liva, occu
dità simi
prietà es
l' olio
perci
si n
men
ing
pu
vi
s
d

è quasi
i ingrossi o trop-

della maggior
ai uccelli, e degli
nato più facil-
e il legno, con
mente tagliare ogni
atto al più, i
hanno po-
però al-
a farsi con
che con quelli
tempo.
margotti non è
lasciare con-
meno che un ramo
imperciocchè
sarebbe la pianta
diligentemente lo prova-
di piantarnele troppo
circostanza, che il
all'assodamento delle
discendere alle radici.
le radici sono molto
che non occorre,
madre di figlio, che avesse
se anni. questo inconvenien
da temersi. Vi si produrran
pali verticali abbastanza
sufficientemente forti per so-
stenere delle radici.
mezzo d'assicurare la ripresa
molto. I cespugli con mu-
schio, perchè queste mate-
rie conservano l'umi-
bastevole e applica-
alle piante
di brughie-
esposizione al
un'espo-
di soffrire
giovani radici
d'acqua.
per distrug-

gere il prodotto del lavoro della natura di parecchii mesi per questa sola causa, come se ne ha pur troppo spesso la prova.

Qualche volta, e massime per le madri di paradiso, di dolcino, e di cotogno, in vece di fare margotti, si calzano di terra i giovani getti dell' anno precedente. Questo mezzo però non è applicabile che agli alberi ed arbusti atti a prendere radice con facilità; imperciocchè quelli, i quali hanno ciò che si chiama *il legno duro*, non ne somministrano se non in quanto se ne rallenta la circolazione del succhio, curvando i loro rami, o facendo loro una legatura ed un' incisione.

Le cure da darsi alle madri sono una rivoltatura d' inverno, profonda quanto più è possibile, ed una o due rivoltature, o piuttosto sarchiature d' estate, quando ciò sembri necessario; la sottrazione dei margotti, quando hanno preso radice, e lo sgombramento della base di questi margotti. Alcuni coltivatori di piantonaie prostrano i polloni separati sopra queste basi; ma se questa pratica è buona per le piante preziose, delle quali conservare bisogna ogni speranza di riproduzione, non sarà buono per le altre, e specialmente pegli alberi fruttiferi e pegli alberi di spalliera, perchè i margotti che ne provengono sono sempre più deboli, e per conseguenza più lenti nel supplire alla loro destinazione.

Vi sono anche madri di radici, vale a dire alberi, le cui radici conservate vengono per la riproduzione. Tali sono principalmente quelle d' ailanto e di sommacco; ma queste sono rare, e durano poco.

(Bosc.)

MADRE. I vignaiuoli danno in alcuni paesi questo nome anche alle più grosse radici della vite.

(Bosc.)

MADRE *dell' agata*. Uno spazio in tutto simile al ghiaccio, e più trasparente che il resto della pietra.

(ALBERTI.)

MADREPERLA. La madreperla propriamente detta è la conchiglia molto piatta di un mollusco acefalo della famiglia degli ostracei, chiamata *avicula margaritifera* da alcuni naturalisti e da alcuni altri *mytilus margaritiferus* con Linneo. Questo mollusco è quello che produce le perle, le quali altro non sono se non travasamenti della materia componenti la conchiglia. Secondo Hatchett, la madreperla è formata su cento parti di 24 di albumina e 76 di carbonato di calce. Alcuni però credono che v' abbia altresì del fosfato di calce.

La madreperla ci giugne dall' Indie, dal golfo Persico, dalle coste del Ceilan e dal Giappone, e se ne distinguono varie specie, cioè la *madreperla vera*, quella *bastarda bianca* e quella *bastarda nera*. In generale la conchiglia è stiacciata, quasi orbiculare, rugosa, grigiastra, verdastra, brunastra, di un bianco candido oppure di un bianco giallastro, e riflette vari colori. A primo aspetto questa conchiglia sembra formare due parti distinte attaccate insieme, l' una esterna, ruvida, grossolana, l' altra interna, pulita, iridescente ed oltrepassata alquanto dalla prima. Non tutte queste conchiglie hanno uguale grandezza essendovene alcune di assai piccole, altre di molto grandi, che hanno 160 a 220 millimetri di diametro su 24 millimetri di grossezza.

Madreperla nera. Le conchiglie, donde se la tragge, sono piatte e leggermente concave; l' interno, che è di un bianco candido, riflette tutti i colori dell' iride; l' orlo della parte iridescente è cinto da una linea biancastra, preceduta immediatamente da una zona di colore giallo verdastro alquanto più larga; la crosta esterna che sopravanza è composta di scaglie

sottili facili a separarsi, le quali sono di un giallo bruno ed appaiono polite ed abbronzate. Questa madreperla viene dall' Indie in casse del peso di 125 a 240 chilogrammi, e dal Levante in panieri di 125 chilogrammi.

Madreperla bastarda bianca. La conchiglia che è concava ha un esterno giallo rossastro grossolano; è composta di strati sovrapposti ed interrotti, disposti alla maniera degli embrici sul tetto di un edifizio; l' interno è solido di un bianco azzurrastro, il giro interno presenta talvolta un colore giallo, e tal altra un colore verdastro; nella sua iridescenza, che è specialmente notabile verso gli orli, primeggiano il rosso ed il verde. Giugne dal Levante in panieri di 125 chilogrammi, oppure in botti. Si spedisce anche dal Levante una conchiglia poco diversa da quella che ora abbiamo descritto, la quale è bianca nell' interno ed esternamente di colore verdastro.

Madreperla bastarda nera. La conchiglia è formata di una sostanza calcarea a strati sovrapposti ed interrotti all' esterno; nell' interno presenta una parte solida, lucente di un bianco azzurro o nerastro, notabile specialmente verso gli orli; l' iride che si vede sugli orli della conchiglia, componesi di rosso, d' azzurro e di un poco di verde. Viene spedita dal Levante in ceste del peso di 125 chilogrammi od in botti. Ci giugne pure dal Levante una madreperla che ha qualche analogia con quella nera bastarda, essendo verdastra all' interno e coperta di una crosta di color verde di mare.

L' orecchia di mare od *haliotide*, anche essa dà madreperla. L' esterno di questa conchiglia, che ha la forma dell' orecchie di un uomo, è scabro e come terroso. Levasene la parte superiore sciogliendola cogli acidi. È pure molto ricercata una conchiglia detta *burgo* o *burgodina*, la quale, toltovi lo strato terroso esterno, rimane di un grigio cinereo, riflettendo il colore argentino, l' azzurro, il rosso ed il verde. Si adopera per guernirne tabacchiere, manichi di coltello e simili. Degli usi della madreperla si disse abbastanza nel Dizionario, e per dare una idea di quanta sia l' importanza del commercio di essa, basterà il sapere come la importazione in Francia dal 1833 al 1835 giugnesse, a termine medio, da 255,000 a 300,000 chilogrammi; e nel 1836 giugnesse a 430,000 chilogrammi del valore di circa un milione di franchi. All' articolo Luce in questo Supplemento (T. XIX, pag. 139) si indagò quale sia la forma della sua superficie, e come derivino da quella gli effetti di luce che vi si osservano, ed a quell' articolo medesimo, non che all'altro Irridescenza, si è detto in quali modi si ottenessero effetti analoghi con solchi molto vicini. Con piastre di acciaio lavorate in tal guisa si prepararono altresì carte di argento o d' oro pure iridescenti, passando fra i cilindri di un laminatoio o di un torchio calcografico la carta con le lamine iridescenti sovrapposte.

(A. Chevallier.)

MADREPORITE. Materia calcarea trovata dal Barone de Moll nella valle di Ratzbach nel Salisburghese, in masse rotonde, di color grigio bruno, composta di pezzi separati a guisa di bastoncelli uniti in fasci paralelli o divergenti.

(Luigi Bossi.)

MADREVITE. Questa parola tiene due diversi significati, sotto l' uno dei quali soltanto venne considerata nel Dizionario. Chiamasi invero madrevite del pari quella parte incavata con cilindro a solchi spirali, in cui entra e si impegna la vite, quanto quell' ordigno che serve a fare la vite medesima, e questo doppio significato facilmente comprendesi quando si sappia che, come vedremo, spesse volte

le madreviti della seconda specie non differiscono da quelle della prima gran fatto. Considereremo qui primieramente pertanto le madreviti in generale, quelle cioè dette propriamente *ecrous* dai Francesi delle quali non si è parlato nel Dizionario, per poi venire a discorrere delle altre madreviti, che servono propriamente a fare le viti, e che dai Francesi sono dette *filieres*.

(G.**M.)

MADREVITE. Le madreviti a pani angolari o quadri si fanno in quattro maniere: 1.° con maschii e diconsi *invitate*; 2.° con pettini e diconsi *solcate*; 3.° con pani ad elice riportativi, e si dicono *saldate*; 4.° finalmente, fondendole sulla vite e diconsi *fuse*. Le madri invitate si fanno nei legni, nel rame e nel ferro, mediante una specie di vite foggiata dietro certe condizioni, composta di una materia più dura che la madrevite, e cui si dà il nome di MASCHIO (V. questa parola). Prima d' invitare una madrevite è duopo fissare il diametro del foro, preso alla sommità dei pani, e la profondità che dee avere il solco ad elice che gli separa. Per ottenere una madrevite ben fatta, e che venga esattamente riempiuta dalla vite, conviene che il suo diametro interno corrisponda al corpo del maschio, cioè al diametro di questo misurato al fondo dei solchi, e che il grande diametro della madrevite, cioè quello preso al fondo dei solchi, corrisponda al diametro esterno del maschio, misurato sulla sommità dei pani. I pani di una vite possono essere più o meno inclinati, ciò che dipende necessariamente dalla grossezza e profondità loro. Se si vuole che una vite abbia molta corsa relativamente alla sua grossezza, si fanno i pani doppii, tripli, quadrupli, ecc. Entreremo nei particolari a ciò relativi, parlando della fabbricazione delle VITI. Quella della madrevite facendosi quasi affatto dietro gli stessi metodi, è molto difficile descrivere l' una senza parlare dell' altra. Non dobbiamo qui occuparci che di quanto è particolare della madrevite, e perciò rimandiamo all' articolo MASCHIO per quanto riguarda la maniera di operare. Presa isolatamente, una madrevite si reputa fatta a dovere quando il foro interno di essa è ben rotondo e cilindrico, se tale dee essere la sua forma, o regolarmente conico se dee avere questa figura; se i pani sono fatti esattamente, taglienti, senza sdentature sugli spigoli, se sono angolari, od a spigoli molto vivi, se sono quadri. Spesse volte quando una madrevite si è fatta affrettatamente, e con maschi mal costruiti la sommità dei pani risulta dall' incontro di due sbavature: questa imperfezione non reca, a dir vero, grande inconveniente, ma per quanto è possibile deesi evitarla, imperocchè la pressione che si fa su queste sbavature le fa cadere in capo ad un certo tempo, ed allora la madrevite è deteriorata. Deesi principalmente invigilare che il pane sia ben formato quando si fanno le madreviti di acciaio che devono servire a fare molte viti, come vedremo in altro articolo. Nel caso che i pani sieno formati dall' incontro di due sbavature, conviene girare nel foro l' allargatoio per levare queste sbavature, poscia passarvi un maschio più grosso.

In massima generale i risalti debbono essere uguali agli incavi; ma un costruttore intelligente modifica spesso questa proporzione. Se la madrevite è della stessa materia che la vite, si hanno a fare i risalti alquanto più forti che nella vite, poichè questa, secondo la sua lunghezza, è per un tratto più o meno grande a contatto, assai meno però della madrevite, la quale tocca e sfrega continuamente, dovendo perciò logorarsi molto più presto. Se la madrevite è più dura della vite nulla osta di fare i risalti uguali agli incavi, a meno

che i pani non sieno troppo leggeri ed incavati, tenendo conto della relazione che vi ha fra la durezza delle materie adoperate.

Dicemmo che la materia impiegata determina la forma da darsi al maschio; la dimensione della madrevite influisce anche essa su questa forma, così che passato un certo limite si muta del tutto la maniera di fare la madrevite. Così una madrevite di legno dai diametri più piccoli fino a quelli di 5 a 6 centimetri, si fa con maschi di ferro, tutti presso a poco foggiati alla stessa guisa; ma se il diametro è maggiore da o^m,06 a o^m,1 occorre mutare affatto la forma, e questa necessità diviene ancora maggiore se si dee fare la madrevite sulla cima di un tavolone, od in tal luogo da potersi temere che il legno si fenda per effetto della forte pressione che prova all'atto di farvi la vite. Quando il diametro è maggiore di un decimetro non vi si adoperano più maschi, ma bensì un altro apparato che dobbiamo qui far conoscere, ed è quello che viene principalmente adoperato dai tornitori per fare le viti dei grandi strettoi.

Prendesi un cilindro di legno duro A (fig. 1 della Tav. LXII delle *Arti meccaniche)*, detto *falsa vite*, il quale deesi tornire perfettamente cilindrico, formandone l'asta *a a*, lasciandovi un pezzo più grosso in A che serve di testa. È questa forata da parte a parte in *g* per passarvi una leva, detta *giratoio*, con la quale si fa girare la falsa vite: nei grandi apparati questa testa è cerchiata di ferro al disopra ed al disotto del foro. Segnata sul cilindro *a a* una linea paralella all'asse, se ne divide in parti uguali la sua lunghezza a distanze determinate dalla larghezza di un ferro *b*, del quale faremo or ora parola. Dopo aver fatta questa divisione, se la ripete sopra un'altra linea, egualmente paralella all'asse, segnata alla parte opposta della prima; fattosi diligentemente questo scomparto, segnasi una linea ad elice che parta dal primo punto più vicino alla testa sulla prima linea e venga a terminare al primo punto della seconda linea che dee trovarsi a metà della distanza fra questi punti. Continuando l'elice dal primo punto della seconda linea, si giugne al secondo punto della prima, e così di seguito fino al termine del cilindro. Se non si è certi di segnare esattamente questa elice si taglia una striscia di cartone larga quanto il ferro *b*, e se la adopera a guisa di regolo per segnare l'elice passando pei punti delle due linee opposte paralelle all'asse. Segnatasi in qualsiasi modo la elice, se ne fa un'altra paralella ad essa, lasciando fra le due linee uno spazio uguale alla grossezza del conduttore *d*, di cui parleremo fra poco. Fattosi così il disegno, si prende una sega o gattuccio, la cui lama incassata nel manico non possa penetrare nel legno che ad una profondità determinata dal risalto del conduttore *d* all'interno del foro, e seguesi con questa sega il segno fatto ad elice. Si dà alla sega un risalto alcun poco maggiore del bisogno, acciocchè il solco che si vuol fare sia piuttosto troppo profondo che poco. Fatti i due tagli con la sega, si leva con un piccolo scalpello il legno fra essi compreso. Nei piccoli apparati basta un solo passaggio della sega, prendendo questa a lama grossa ed a molta strada, il ferro del conduttore *d* non avendo che un millimetro o due di grossezza. Quando il solco fatto è ben netto lo si intonaca di grasso, e la falsa vite è compiuta, nè altro rimane se non che guernirla dei ferri che devono tagliare il legno nell'interno della madrevite.

Si danno varie forme a questi ferri secondo che vuolsi più o meno perfetta la madrevite; non ci occuperemo qui che della forma più comune, riservandoci di parlare delle migliori all'articolo MASCHIO. Si

prende una spranga di acciaio quadrata, se la larghezza del solco è piccola, o rettangolare e semi quadrata se deve essere molto forte; limasi appuntita ed a due augnature da una parte stessa, ed inoltre, per renderne il taglio più vivo vi si fa dall' altra parte un incavo angolare. La figura 2 mostra in maggiore grandezza il ferro veduto al di sopra ed alla cima; la figura 3 lo mostra veduto per disotto ed alla cima del pari; finalmente la fig. 4 lo mostra di profilo ed alla cima dal lato della punta. Sovente si omette la scanalatura angolare al di sotto, facendosi quella faccia affatto piatta, come negli scalpelli dei tornitori, essendo allora più facili ad affilarsi. Talvolta mettesi uno solo di questi ferri, ma val meglio porne due o tre, nel qual caso si ha cura di fare che sieno in punti diversi della circonferenza. Vediamo in qual modo ciò si eseguisca.

Si fa un foro con un succhiello con tale inclinazione che non esca dalla zona sulla quale fu cominciato, e che non sopravanzi la scanalatura od elice che separa le parti saglienti. Si riquadra questo foro, e vi si fa entrare la squadra d' acciaio, avvertendo che il lato tagliente di essa sia girato per guisa da tagliare quando avanza la vite. Se mettesi un ferro solo non si fa sporgere questo che assai poco al disopra del perimetro del cilindro *a a*. Non deesi poi mettere questo ferro alla cima, ma lasciare innanzi ad esso una parte del cilindro che equivalga presso a poco alla grossezza della madrevite da formarsi; questo pezzo di cilindro entrando esattamente nel foro serve di conduttore alla falsa vite. Se si mettono due ferri gioverà lasciare un pane di distanza fra loro ed alternarli, come si disse; mettendone tre si alterneranno del pari in guisa che le tre punte di essi formino i vertici degli angoli di un triangolo equilatero inscritto nella circonferenza del cilindro. In tal caso si fa risaltare il secondo ferro al di là del perimetro alcun poco più del primo, ed il terzo alquanto più del secondo. Alcuni tornitori quando il legno è nocchiuto, quale cioè si dee sempre scegliere possibilmente per fare le madreviti, volgono il terzo ferro, cioè lo dispongono nel foro per guisa che non tagli andando innanzi, ma solo quando retrocede. In tal caso non dee essere più sagliente del secondo ferro.

Avvi un' altra maniera di porre questi ferri assai più complicata ed usata perciò più di raro, ma che quando è fatta una volta dà maggiore facilità di eseguire la madrevite. Forasi, come si è detto, il cilindro *a a* da parte a parte, ma con una trivella di un diametro molto più piccolo; si fa ugualmente l' incastro pel ferro, ma questo tiensi meno lungo. Nella parte del foro conservatasi rotonda si fa entrare una vite a testa quadra, la cui cima viene a spignere contro il ferro, e lo fa uscire a volontà. Questa vite non risalta dal lato opposto, ma ha la sua testa incassata e se la gira con una chiave. Meglio varrebbe ancora fare la madrevite nella parte posteriore del ferro, sicchè in esso si introducesse la vite per farlo avanzare o retrocedere a volontà.

Collocatisi i ferri sul cilindro *a*, si dà mano a fare la falsa madrevite B (fig. 1 e 5) scegliendo un legno solido e resistente e facendovi un foro del calibro della falsa vite A *a a*; l' oggetto di questa falsa madrevite si è quello di servire di guida alla falsa vite nel suo movimento all' innanzi e all' indietro. Si adopera a tal fine un pezzo di ferro piatto, detto conduttore, e che vedesi rappresentato in *d* nella figura 5. Questo conduttore può essere un disco intero od anche ridursi ad un quarto; nella figura si è preso il termine medio, facendolo semicircolare. Gli si dà una tale larghezza da poterlo assicurare fermamente sulla falsa madrevite mediante viti

di legno. La grossezza di questo conduttore deve essere proporzionata alla larghezza del solco ad elice fatto sul cilindro *a a*, e l' arco interno dee avere lo stesso raggio che il cilindro *a a* preso sul fondo del solco ad elice. La differenza quindi fra questo arco interno ed il foro *f* della falsa madrevite, sarà la stessa di quella che esiste fra il fondo del solco ad elice ed il perimetro del cilindro *a a*. Questo conduttore non si può mettere in piano sulla falsa madrevite, imperciocchè conviene che sia tenuto dietro la inclinazione dell' elice segnata sul cilindro *a a*: per dargli questa inclinazione alcuni costruttori fanno un cuneo che piallano fino a tanto che sieno giunti a trovare la inclinazione voluta, la quale del resto può trovarsi anche senza di ciò, prendendo per declivio la metà di un passo della vite: allora fanno che una stessa vite tenga al posto il conduttore ed il cuneo che lo sostiene; ma questo metodo non è il più sicuro, ed il conduttore collocato in tal guisa non è solido come quando intagliasi la falsa madrevite nel modo che vedesi in *e* nella figura 5. Postosi in opera un conduttore se si teme che questo non basti, se ne mette un altro dall' altro lato della falsa madrevite. Posti che sieno i conduttori ungesi il solco ad elice del cilindro *a a*, impegnasi il conduttore *d* nel solco e girando si fa passare tutto il cilindro per la falsa madrevite B.

Ben si comprende che tenendo immobile questo conduttore, e fissando del pari il legno in cui si vuol fare la madrevite, dopo avervi praticato un foro di tale calibro che vi si impegni la cima del cilindro *a a* e vi giri liberamente, ma a sfregamento, i ferri incontrando il legno vi fanno un solco, la cui inclinazione è la stessa che quella dell' elice del cilindro *a a*, e del conduttore *d*. Se non si è posto che un solo ferro si farà dapprincipio un solco poco profondo; allora levasi la falsa vite girandola in senso opposto, e se ne fa uscire maggiormente il ferro battendovi sul capo opposto, quindi, mediante la leva *g*, si fa entrare di nuovo la falsa vite nella madrevite B. Allora l' elice si approfonda di più; levasi di nuovo la madrevite, si spinge più in fuori il ferro, e si torna a girare, e così di seguito, fino a che il ferro abbia penetrato nel legno della quantità conveniente, ed abbia prodotto solchi profondi vuotati a dovere, e pani vivi e taglienti. Se si posero sulla falsa vite parecchi ferri diviene alquanto più faticosa a girarsi, ma non ha bisogno di entrare ed uscire tante volte, perchè i ferri essendo graduati si fa maggior lavoro ogni volta. Se si ha un ferro che tagli retrocedendo, come più sopra si è detto, i solchi vengono meglio scavati, poichè questa lamina rialza e taglia il pelo che si è piegato pel passaggio degli altri ferri.

È in tal guisa che si fanno le madreviti di legno, ed abbiamo scelto questo metodo come il più facile da comprendersi; ma molti invece di mettere la falsa madrevite sul dinanzi la mettono dietro la madre C, nel qual modo la falsa vite viene tirata dal conduttore *d* in luogo di esserne spinta, ciò che val meglio, attesochè non occorre in tal caso dare tanta forza alla falsa madrevite ed ai conduttori.

Abbiamo creduto utile di estenderci alquanto nella descrizione di questo metodo semplice ed usuale, ed ora riprenderemo quanto riguarda le madreviti invitate in generale.

Quando si fa una madre nel ferro occorre un maschio a quattro o cinque facce; nel rame e nell' ottone è preferibile un maschio a tre facce, cogli spigoli ben aguzzati: le madreviti a pani rotondi, dette inglesi, sono buonissime, quando però i solchi sono molto profondi. Possono farsi coi maschi anche le madreviti a pani quadri di piccolo diametro. Quando si

fa una madre con un maschio conico conviene riprenderlo per disotto, se non si vuole che la madre riesca conica; in tal caso nel mezzo della grossezza rimane una parte più stretta, il che non è un difetto; se tuttavia si volesse assolutamente che la madrevite fosse di un diametro uguale in tutta l'altezza, converrebbe farvi passare un maschio cilindrico dopo di quello conico. Una madrevite forata da parte a parte è sempre più facile a farsi di una che non attraversi o come dicesi *cieca*: quelle di tal fatta hanno a cominciarsi col maschio conico ed a finirsi con maschii cilindrici di grossezze graduate; l'incavo dee farsi sempre più profondo che non abbia ad esserlo la madre, affinchè i ritagli possano trovar luogo nel fondo.

Madreviti solcate. Chiameremo in tal guisa le madri fatte col pettine sul tornio o con macchine apposite. Cominceremo dal parlar delle prime.

Dicesi PETTINE (V. questa parola) un utensile simile allo scalpello del tornitore tagliente di fianco, ma fatto in tal guisa che il suo taglio invece di presentare un' auguatura continuata presenta una serie di denti piramidali posti gli uni dopo gli altri sopra la stessa linea. Adoperasi il pettine per fare le madreviti ogni volta che la materia lo esige, vale a dire quando è troppo fragile per sostenere la pressione del maschio; così le madreviti nell' avorio, nei legni molto duri e nel corno dovranno farsi col pettine, massime quando non rimanga che poca grossezza fra la parete del foro interno da solcarsi e la circonferenza esterna, come è nel caso dei coperchii di scatole che chiudonsi a vite e di altri simili oggetti. Per ben fare una madrevite sul tornio, conviene dapprima ben rotondare l'incavo e ridurlo cilindrico; in seguito se la madrevite non passa da parte a parte sarà utile fare al fondo un solco circolare per istaccare da questo fondo la zona che dee essere solcata a vite, e se la grossezza lo permette si suol fare l'incavo più profondo che nol sia la grossezza della madrevite da farsi. Nei diametri molto grandi, e quando i pani sono assai fini giova altresì facilitare l'ingresso alla vite, tenendo il pettine leggermente inclinato. Si provò a fare sul tornio madreviti a pani quadri, ma non possono citarsi molti esempii di buon successo; il pettine è difficile ad eseguirsi non essendo riusciti i tentativi di fare rotelle per lavorare i pettini a denti rettangolari; siccome però nulla vieta in teoria che si possa giugnere a questo effetto, così è possibile che si ottenga un giorno questo risultamento impiegando mezzi migliori.

Possono annoverarsi fra le madreviti solcate quelle, le cui spire si levano col bulino nella grossezza della materia. Queste madreviti sono assai rare e fannò eccezione alla regola; si fanno con un meccanismo assai complicato da non potersi comprendere senza l'aiuto di molte figure, le quali però non ci riterrebbero dal descriverlo, se la importanza della cosa fosse maggiore; ma siccome vedremo più innanzi adoperarsi oggidì generalmente le madreviti a pani saldati, così non occorre descrivere quel meccanismo. Per lo stesso motivo non parleremo delle macchine per solcare le viti e le loro madri, una delle quali ottenne molti elogi all' esposizione dei prodotti d' industria a Parigi nel 1834, essendosene presentato un modello eccellentemente costruito dagli allievi della scuola d' arti e mestieri di Chalons sulla Marna.

Madreviti saldate. Sono quelle, nelle quali i pani sono riportati e saldati a forte. Questa operazione si pratica soltanto per fare le madreviti delle morse ed in altre circostanze analoghe e quasi sempre pei pani quadri. Dee incominciarsi dal fare il foro di tal diametro che vi entri

liberamente la vite, cui dee servire di madre. Si prepara quindi il pane che piegasi ad elice sulla vite medesima. Questo dee entrare liberamente nei solchi della vite, poichè dopo che sarà saldata vi saranno sempre alcune inuguaglianze che si opporranno alla introduzione della vite. Piegatosi così il pane non resta che introdurlo nell' incavo e saldarvelo.

Madreviti fuse. Per le grosse madreviti, come sono quelle dei torchii tipografici e simili, si ricorre talvolta ad un altro espediente, e consiste nel coprire la vite stessa di un intonaco di terra od altra simile sostanza grossa un millimetro al più, quindi mettere questa vite a guisa di anima in una forma e gettarvi sopra il metallo. Quando il getto si è fatto a dovere l' intonaco impedendo che il metallo fuso si attacchi a quello onde è formata la vite, girando questa con una leva, e facendola uscire, rimane la madre formata senza altra cura, avendosi la certezza che corrisponde perfettamente co' suoi incavi ai pani della vite che vi dee entrare.

Oltre alla formazione dei solchi ad elici o della madrevite propriamente detta, anche la parte esterna esige un lavoro lungo e difficile, massime quando abbiansi le madreviti a girare, mediante una chiave, la quale abbia a servire a molte di esse, come quasi sempre accade nelle macchine; allora se le madreviti non sono esattamente di forma uguale all' esterno l' incavo della chiave non abbracciandole esattamente, i lati di essa premono sugli spigoli anzichè sulle facce della madrevite, guastandosi prontamente tutto insieme questa e la chiave, attesa la grande pressione che si fa sulle linee dove toccano gli spigoli. Le forme esterne delle madreviti sono varie e possono classificarsi in madreviti esagone a cappello (fig. 1 della Tav. LXIV delle *Arti meccaniche)*; madri tornite pure esagone (fig. 2); madri comuni esagone (fig. 3), e madri quadrate (fig. 4). Le madreviti a cappello adoperansi specialmente nei pezzi molto in vista, massime quando non sieno molto numerose, come nelle statole stoppate e nei sostegni lavorati con qualche finitezza. Le madreviti tornite differiscono da quelle comuni soltanto in ciò che hanno le loro basi spianate sul tornio, e si adoperano nelle parti in vista quando sono molte, come nel coperchio dei cilindri delle macchine a vapore ed in simili casi. Le madreviti comuni, greggie o limate, adoperansi in tutte le altre parti delle macchine, eccettochè in quelle affatto fuori di vista, dove si impiegano le madri quadrate.

Per fare una madrevite si ha una stampa che ponesi sopra l' incudine in un foro fatto a tal fine, ed una spina, il cui diametro è alcun poco minore di quello della chiavarda che dee invitarsi nella madre. La stampa serve a formare le sei facce dell' esagono o le quattro del quadrato, e la spina a fare il foro che si dee poscia invitare. Siccome però abbiamo veduto quanto importi fare esatta la faccettatura della parte esterna della madrevite, così, per rendere questa operazione più esatta e più sollecita ad un tempo, si immaginarono meccanismi appositi per fare madreviti a quattro od a sei facce di più bella apparenza e di regolarità perfetta. Descriveremo alcuni fra i meccanismi adoperati a tal fine.

La macchina di Haley è destinata a tagliare a quattro facce, a sei, ad otto, o di qualsiasi altra forma poligonale, le madreviti, dando loro spigoli vivi, forme esattamente rigorose ed una bella apparenza. Questa macchina eseguisce da sè tutto il lavoro, non abbisognando che di un fanciullo per somministrarvi i pezzi di ferro quali escono dalla fucina, e per levarneli dappoichè vennero faccettati. Vedesi questa macchina rappresentata nelle fig. 5 a 11

della Tav. LXIV delle *Arti meccaniche*. La fig. 5 ne mostra l' alzata presa sul dinanzi; la fig. 6 un' alzata laterale veduta alla sinistra; la fig. 7 una sezione verticale; la fig. 8 ne mostra la pianta; la fig. 9 mostra la macchina veduta per di sopra; la fig. 10 rappresenta alcuni particolari dell' asse su cui si mettono le madri e del cannone che esso porta; finalmente la figura 11 mostra un bocciuolo elicoide veduto in alzata ed in pianta. Le stesse lettere indicano in tutte queste figure i medesimi oggetti; *a a* sostegno di ghisa della macchina; *b b* tavola portata da questo sostegno; *c c* carretto a cosce; *d d* pezzo a scanalatura portato dalla tavola *b b*; *e e* piano scorrevole sulle scanalature *d d*; *f f* altre scanalature sulle quali scorre il carretto *c c* sopra il piano *e e*; *g g* asse montato sulle cosce *cc*; *h* puleggia che trasmette il moto alla macchina; *i* rocchetto; *j* ruota dentata che ingranisce col rocchetto *i*; *k k'* secondo asse che porta la ruota *i*; *l* ferro da tagliare le madreviti; *m* puleggia montata sull' asse *k*; *n* altro asse verticale che porta le madreviti; *o* cannone di questo asse; *p* sostegno dell' asse *n* e del suo cannone; *q* madrevite invitata sull' asse e da faccettarsi; *r* ruota a manubrio per porre a segno la madrevite; *s* asse di questa ruota lavorata a vite alla cima; *t* madrevite fissata sul carretto *c*; *u* rocchello esterno sull' asse *k*; *v* ruota dentata posta sull' asse *w*; *x* rocchello sul medesimo asse; *y* ruota dentata fissata sull' asse *z*; *z* asse a boccinoli; 1 bocciuolo a superficie elicoide e conica montato su questo asse; 2 chiavarda che passa in una scanalatura del carretto; 3 cima di questa chiavarda a contatto col bocciuolo; 4 molla destinata a ricondurre a suo posto il carretto; 5 cavicchia o dente sul quale agisce la molla; 6 asta a vite che fa camminare la chiavarda 2 in una scanalatura; 7 altro bocciuolo cilindrico, e che ha per base un piano elicoide montato anch' esso sull' asse *z*; 8 spranga mobile in guide ed appoggiata da un capo sul piano elicoide del bocciuolo; 9 piccola sega dentata posta liberamente sulla spranga precedente; 10 quarto di circolo dentato che gira liberamente intorno al cannone *o*; 11 nottolino portato dal quarto di circolo; 12 molla che rispinge la spranga 8 alla posizione di prima; 13 dente o caviglia su cui preme questa molla; 14 ruota a carricatura aderente al cannone *o*, e contro alla quale si appoggia il nottolino 11; 15 piastra o piattaforma a divisioni del cannone *o*; 16 leva per fissare questa piastra; 17 uncino mobile sulla spranga 8; 18 piccola leva che fa bilicare l' uncino; 19 manico o forchetta per fissare sopra la tavola l' asse *n* ed il suo cannone.

Ben inteso il complesso di questa macchina, vedremo ora in qual modo agisca. Sopra il sostegno di ghisa *a a* è posta la tavola *b b*, pure di ghisa, la quale, mediante la tavola intermedia *e e*, porta il carretto a cosce *c c*. La tavola intermedia può scorrere sopra quella *b b* in iscanalature a coda di rondine *d d*, traendo da destra a sinistra o viceversa il carretto *c c*. Questo carretto per sua parte scorre sulla tavola intermedia innanzi e indietro, in iscanalature pure a coda di rondine *f f*; cosicchè questo carretto può muoversi a volontà in due direzioni perpendicolari una all' altra. La forza motrice trasmettesi dalla puleggia *h* ad un asse *g g* montato sopra le cosce *c c* del carretto, e che tiene il rocchello *i*, il quale, ingranendo nella ruota dentata *j*, trasmette il suo moto rotatorio ad un altro albero *k k*, che tiene alla sua cima il ferro *l*, il quale serve a tagliare le facce delle madreviti. Verso la metà di questo ultimo asse *k* vi è una puleggia *m*, che può ricevere direttamente l' azione del motore, quando non si abbia bisogno che il ferro cammini con grande

liberamente la vite, cui dee servire di madre. Si prepara quindi il pane che piegasi ad elice sulla vite medesima. Questo dee entrare liberamente nei solchi della vite, poichè dopo che sarà saldata vi saranno sempre alcune inuguaglianze che si opporranno alla introduzione della vite. Piegatosi così il pane non resta che introdurlo nell' incavo e saldarvelo.

Madreviti fuse. Per le grosse madreviti, come sono quelle dei torchii tipografici e simili, si ricorre talvolta ad un altro espediente, e consiste nel coprire la vi stessa di un intonaco di terra od altra mile sostanza grossa un millimetro al quindi mettere questa vite a guisa di in una forma e gettarvi sopra il Quando il getto si è fatto a dov naco impedendo che il metall tacchi a quello onde è forma rando questa con una le uscire, rimane la madre f tra cura, avendosi la sponde perfettamen pani della vite ch

Oltre alla for o della madrev che la parte e e difficile, m dreviti a quale abb me quas allora di for la ch i la ch d l

(fig. 5), e madri inoltre un dreviti a capp narana con la nei pezzi molto asse orizzon non sieno m che passa sotto statole stopp ri, è fissato qualche fi il quale forma feriscono a (fig. 11) che ha una chiavarda a ma- e si un incastro son e. Questa chiad piatto di me- bocciuolo coni- essendosi fissata sul carretto, ser- bocciuolo, a misura a sè la chiavarda. essivamente questo car- e per conseguen- sulla madrevite che questo bocciuolo ha è disposto in compiutamente doveva tagliare: la a questo boc- comincia la sua su- aducendo, per con- la posizione di prima. nel caso di incominciare ne, e di tagliare le altre madrevite che successivamente ... terzo.

... necessario accrescere ... movimento del carretto, ... a tagliare madreviti ... aggine allentando la ma- ... facendola scorre- ... vi è sulla lose ... movimento produ si ... vite 6 (fig. 5) ... e viene a ... scanala- ... aumentare in ... bocciuolo conico ... spingendo la ... della supe-

...ide conica, e diminuirla invece ...ndola verso il vertice di essa.

All' atto in cui la cima 3 della chiavarda 2 sfugge al bocciuolo conico 1, e che il ferro retrocede insieme al carretto nella direzione longitudinale della macchina, conviene far mutare la posizione della madrevite da faccettarsi, presentando al ferro un' altra superficie greggia di essa. Questa parte dell' operazione si eseguisce come segue. Sull' asse orizzontale z avvi un altro bocciuolo 7 cilindrico sulla superficie convessa, ma una delle cui basi forma un pane di vite od un piano inclinato elicoide (fig. 7 e 9). Su questo piano si appoggia la estremità di una spranga mobile 8, che scorre in guide fatte nella tavola *b*. Questa spranga ha una piccola sega dentata 9, che ingrana in un quarto di circolo dentato 10, il quale gira liberamente intorno al cannone *o o*. Finalmente il quarto di circolo è guernito di un' ala su cui avvi il nottolino 11. Ora, quando il bocciuolo 7 ha compiuto un giro intero, la spranga 8 è scorsa innanzi appoggiandosi con la cima sul piano elicoide. La sega dentata, non che il quarto di circolo ed il nottolino, hanno allora camminato, e sono giunti nella posizione segnata con linee punteggiate nella figura 9. A quel momento la molla 12, agendo sul dente 13 fissato sulla spranga, la riconduce alla cima del piano elicoide, ove riprende la prima sua posizione (fig. 7). Questo retrocedimento della spranga, che ha luogo nel momento in cui il ferro *l* ha finito una delle facce della madrevite, obbliga il nottolino 11 a spingere dinanzi a sè facendola girare la ruota a sega 14, e con essa il cannone *o* che vi è saldamente attaccato. Per conseguenza anche l' asse *n*, che tiene la madrevite o la chiavarda da faccettarsi, partecipa al moto rotatorio comunicato in tal guisa al suo cannone *o*, e presenta un'altra faccia all'azione del ferro.

Nelle figure 5 e 8 vedesi pure una piastra o piattaforma 15 attaccata all'asse *n* ed al suo cannone *o*. Questa piastra è divisa in tante parti quante sono le facce che si vogliono fare sulla madrevite ed in ciascuna delle divisioni tiene un intaccatura; quella delle figure è destinata a tagliare un esagono. Una leva in bilico e di fermo 16 tiene ferma la ruota al suo posto mentre si taglia una delle facce. Per disimpegnare questa leva quando la faccia è finita avvi un piccolo uncino 17 (fig. 7), mobile sopra un pernio fissato sulla spranga scorrevole 8; quando questa spranga viene spinta innanzi dalla rotazione del bocciuolo 7, questo uncino si leva e prende il braccio di una piccola leva 18. Nel retrocedimento della spranga l' uncino fa bilicare questa leva, che, essendo fissata sopra un asse comune con quella 16, la fa bilicare del pari ed uscire dalla intaccatura, lasciando libera la piastra 15 e permettendole di girare fino a che la leva 16 ricada nella intaccatura o divisione seguente; allora la piastra trovasi di bel nuovo fissata, ed insieme con essa la madrevite ricondotta in un' altra posizione per tagliare un' altra faccia.

La piccola sega dentata 9 può scorrere liberamente per un breve tratto mediante le viti con cui si adatta, che muovonsi in iscanalature fatte nella spranga 8 (fig. 7), affinchè la leva di fermo 16 possa essere disimpegnata dalle intaccature della piastra un poco prima del giro di questa, vale a dire, il movimento che la disimpegna dee precedere di alcun poco la rotazione della piastra, quantunque questi due movimenti sieno prodotti dallo stesso congegno, cioè dal bocciuolo 7 e dalla spranga scorrevole 8.

Allorchè vogliansi porre su questa macchina madreviti o capocchie di chiavarde che per le loro dimensioni differiscano da quelle sulle quali si è operato dapprima,

conviene ricorrere ad un altro asse verticale *n* e ad un altro cannone *o* corrispondente al diametro degli oggetti che voglionsi lavorare. Può levarsi l'asse *n* girando il manico o forchetta 19 e così svitando la madre che lo teneva sulla tavola.

Haley ritiene che con piccole modificazioni questa macchina si potrebbe applicare a tagliare i denti delle ruote. Si può anche introdurre sulla cima dell'asse *n* un ferro invece della madrevite, ponendo questa sull'asse *k* per tornire la parte inferiore e superiore delle madreviti, come potrebbe farsi sopra un tornio comune.

Un'altra macchina per tagliare le madreviti quadrate od ottagone, imaginata da Maclea e March fabbricatori di Leeds vedesi rappresentata in alzata sul dinanzi nella fig. 12, in alzata di fianco nella figura 13, ed in pianta nella fig. 14. Le altre figure 15 a 21 ne mostrano varie parti disegnate in iscala più grande.

a È una tavola sostenuta da 4 piedi, ad ogni estremità della quale è fissata una coscia *b*, disposta esattamente come quella di un tornio in aria comune; vi si vede un asse *c* che tiene un cono di varie puleggie *o* per far variare le velocità, e la cima di questo albero che è cava riceve il ferro circolare *d*, che vi si fissa mediante una chiave *t*. Alla parte superiore e ai due lati della tavola *a* vi sono linguette triangolari che si veggono più distintamente nella fig. 13, e che sono destinate a ricevere e tenere il carretto *f* (fig. 15) che si fa avanzare lungo la tavola contro il ferro *d* mediante la vite *h* (fig. 17), che gira in una madrevite *m* fissata sotto la faccia inferiore del carretto *f*. Anche questo carretto tiene da ciascun lato linguette angolari per farvi scorrere il piano *g* (fig. 16) che si muove in direzione trasversale o ad angolo fatto sopra questo carretto mediante una vite *s* attaccata alla parte inferiore del piano *g*. Sulla faccia superiore di questo piano avvi una scanalatura circolare a coda di rondine che si vede punteggiata in *y* (fig. 18) con una apertura *z* per potervi introdurre 3 piccole chiavarde *a* (fig. 19) destinate a tenere obbligato il disco divisore *k*. Questo disco (fig. 20) tiene intaccature fatte sull'orlo della sua circonferenza per ricevere la cima piegata ad uncino di una leva di fermo che serve a tenerlo nella posizione fissata. Questo stesso disco può essere messo in movimento, cioè fatto girare inserendo una piccola leva in uno dei fori fatti nel cannone che vi sta sopra, e lo trae seco, disimpegnando in pari tempo la leva ad uncino. Questo disco tiene 4 a 6 divisioni od intaccature ad uguali distanze, e volendo tagliare le madreviti ad un maggior numero di facce, basta dividere opportunamente la circonferenza del disco. Finalmente sopra il suo centro avvi un cannone a denti, nel quale si inserisce la spina *e* che riceve la madrevite da lavorarsi, ed una vite di pressione *l*, che la tiene ferma al suo posto.

Sul dinanzi della tavola *a* (fig. 12) trovasi un asse portato da ciascun capo da una mensola, e sul quale avvi una vite eterna mobile, nell'interno della quale, che è cavo, sta un dente che risalta ed entra in una scanalatura scavata sull'asse. Questa vite gira pertanto insieme con l'asse che la trae seco, ma può in pari tempo scorrere lunghesso. Mediante due collari *m* questa vite può fissarsi in un punto qualunque, per far agire la ruota dentata posta sull'estremità dell'asse lavorato a vite *p* che poggia sulla piastra o guancialetto *i*, per produrre il moto del piano *g* che conduce sotto al ferro il piano divisore e la madrevite nella posizione necessaria per tagliare questa ultima. Sospendesi questo movimento disimpegnando la ruota dalla vite eterna, cioè facendo scorrere a mano questa ultima.

Tanto l'asse che la vite ricevono il movimento dalla piccola puleggia del cono *o* mediante una coreggia che passa sopra una altra piccola puleggia *n* fissata sulla estremità di questo asse 4, presso alla quale ve ne ha un' altra folle e dello stesso diametro. Il ferro *d* riceve il suo moto rotatorio da un' altra coreggia che abbraccia parimente una delle puleggie del cono *o*.

È chiaro che oltre alle madreviti questa stessa macchina può faccettare molti altri oggetti, purchè si abbiano spine adattate a questo uopo.

In tutte due le macchine che abbiamo descritte finora, l' utensile adoperato non è che un disco circolare di acciaio fuso temperato, tagliato sopra una faccia e sul contorno esterno con denti triangolari, simili a quelli di una ruota a caricatura. Questo disco girando all' estremità di un asse orizzontale contro alla madrevite posta sopra un asse verticale ne spiana successivamente una dopo l' altra le varie facce. Decoster raddoppiò il lavoro di queste macchine stabilendo due di questi dischi taglienti che drizzano due facce paralelle della madrevite ad un tratto. Questa disposizione è facile ad imaginarsi, e rimanderemo senza più alla pubblicazione industriale di Armengaud, (T. III, pagina 44) quelli che amassero vedere la descrizione di questa macchina, che ha inoltre altri vantaggi per la facilità e sollecitudine di porre in centro e fissare le madreviti.

Si può facilmente adoperare con lo stesso sistema una piattaforma da tagliare i Denti degli Ingranaggi (V. queste parole) sostituendo al pezzo che taglia le dentature il disco suaccennato, dandogli i due movimenti di rotazione e di progressione. Può inoltre aversi il vantaggio di porre un gran numero di madreviti le une sopra le altre, massime se il disco possa avere una corsa verticale piuttosto grande, od anche applicare il meccanismo a faccettare aste od altro di una certa lunghezza, applicazione che rende vieppiù importanti i congegni da faccettare le madreviti, e che ci indusse a parlarne con qualche estensione. Anche in tal caso possono porsi sullo stesso asse due dischi vicini per drizzare due facce ad un tratto.

Daremo qui la descrizione di un altro sistema di macchine da faccettare le madreviti, dovuto a Mariotte, e nel quale si fa l' operazione mediante ferri in forma di bulini che solcano e tagliano il metallo, come nelle macchine da piallare orizzontali. Questa macchina presenta su quelle inglesi il vantaggio di occupare poco luogo, e di essere meno costosa; inoltre essendo disposta per lavorare con due ferri ad un tratto, permette drizzare in pari tempo due facce opposte, come nella macchina a due dischi di Decoster, e la corsa che a questi ferri può darsi è sempre abbastanza grande per poter collocare al bisogno due o tre madreviti l' una sopra l' altra. Vedesi questa macchina disegnata nelle figure 1 a 9 della Tav. LXV delle *Arti meccaniche*. La fig. 1 mostra la pianta generale della macchina; la figura 2 una sezione verticale e longitudinale, fatta dietro la linea spezzata 1, 2, 3, 4 della pianta; la fig. 3 una sezione trasversale che passa pel centro della madrevite da drizzarsi sulla linea 5, 6. La fig. 4 una seconda sezione trasversale fatta sull' asse di movimento dietro la linea 7, 8; la fig. 5 un disegno geometrico per mostrare l' azione delle parti mobili della macchina. Tutte queste figure sono fatte sulla scala di 1/8 della grandezza naturale. Le figure 6 e 7 mostrano uno dei porta-ferri veduto in testa ed in pianta; la fig. 8 una sezione verticale sulla metà di questi porta-ferri; la fig. 9 mostra alcuni particolari dell' eccentrico e dell' anello che servono a far camminare la ruota

a caricatura e per conseguenza a produrre l' avanzamento del porta-ferri.

Questa macchina occupa sì poca altezza che fa duopo collocarla su di un banco o sopra un dado di pietra A, come si è supposto nella figura, per darle l' altezza necessaria, a fine di porla a portata dell' operaio che ha l' incarico di condurla. Su questo dado, preparato convenientemente, fissasi con chiavarde impiombate la piastra di ghisa B, montata sopra piedi terminati da orecchie *a* fuse insieme con essa. Su questa piastra si fissano tutte le parti della macchina; tiene dessa da un lato i due sostegni di ghisa C destinati a ricevere gli assi e gli ingranaggi che trasmettono il moto della macchina. Verso l' altro lato a destra, questa medesima piastra tiene il dente di ghisa Q, sul quale si fissano le madreviti da faccettarsi; e al di qua le due scanalature fra le quali scorre il carretto mobile che trasporta i due ferri assai lentamente da sinistra a destra durante la operazione del drizzamento. I due sostegni C sono disposti per ricevere da una parte i guancialetti dell' asse principale D, coperti ciascuno di un cappello chè permette con grande facilità di serrarli più o meno; dall' altra i guancialetti del secondo asse I posti al disopra, avviluppati da una staffa di ferro che può strignersi assai facilmente ed a volontà mediante una semplice chiavetta.

I ferri od utensili che devono operare contemporaneamente sulle due faccie opposte della madrevite sono due bulini di acciaio *d*, temperati convenientemente e disposti ciascuno in una cassetta rettangolare di ghisa *c*, i particolari della quale si possono vedere nelle figure 6 e 8, e che è forata in tutta la sua lunghezza di una apertura rettangolare che chiudesi quando si vuole da un capo, e nella quale fissasi fortemente il ferro mediante una vite di pressione. Questa cassetta è unita a cerniera col carretto di ghisa M, che abbiamo chiamato il porta-ferri, e che le permette soltanto di muoversi in un piano verticale senza deviare lateralmente. Nell' interno del carretto avvi una molla *e* che tende a premere contro la cassetta in cui la sua cima si trova impegnata, di modo che quando il ferro discende, cioè al momento in cui dee intaccare l' oggetto da drizzarsi, viene spinto contro esso, restando invece libero e solo strisciando sulla superficie drizzata quando risale. Al disopra dei due carretti porta-ferri avvi una orecchia lavorata a vite in cui girano le viti di richiamo *i* che servono a regolare la posizione di questi carretti, e per conseguenza quella dei ferri, relativamente alla superficie da drizzarsi.

I due porta-ferri sono adattati a scanalatura verso le cime delle braccia d' una specie di forca di ghisa L, disposta non solo per riceverli, ma altresì per trasmettere loro un moto circolare alternativo. Alla cima di ciascun braccio avvi pure una scanalatura per guidare i porta-ferri e strignerli all' uopo, sicchè non possano muoversi nelle scanalature, e siccome le viti di richiamo *i* sono prese con le loro cime entro a pezzi di ghisa posti sulle braccia di questa forca mobile, ne segue che possono bensì girare sopra sè stesse, ma non avanzare nè retrocedere; facendo così camminare le loro viti ed i porta-ferri per conseguenza. Secondo il senso in cui giransi questi, si avvicinano o si allontanano, facile essendo in tal guisa di regolare il loro allontanamento secondo la distanza delle due facce paralelle che si hanno a tagliare sulla madrevite. Dovendo la forca di ghisa L avere un moto oscillatorio rapido e continuato, il fabbricatore giudicò necessario di adattare al suo centro di moto un asse di acciaio, che forma un tutto con essa, e che gira in anelli pure di acciaio adattati nelle cosce verticali di ghisa O.

Queste ultime tengono al basso alie che servono a fissarle mediante chiavarde sopra una piastra orizzontale mobile N per essere trasportate con questa piastra a destra od a sinistra; due calastrelli *h* di ferro ad impostatura tengono le cosce alla distanza voluta al disopra e al disotto della forca. La piastra orizzontale N è di ghisa, incavata verso la destra ed adattata fra le due scanalature a guide di ferro *l*, le quali sono ben drizzate e fissate, ciascuna con tre chiavarde, sulla grande piastra d' imbasamento della macchina; una di queste scanalature si può ristrignere volendo mediante due viti di pressione *m*, per evitare che la piastra mobile traballi nel suo movimento. Nel centro di questa piastra avvi una madrevite di bronzo *k* attraversata dalla vite di richiamo P che dee farla avanzare gradatamente verso la destra.

La estremità a sinistra della forca (figura 2) è unita con la parte inferiore della spranga di ferro K munita a tal fine di guancialetti di ottone che si possono stringere mediante una staffa ed una chiavetta. La parte superiore di questa spranga si unisce a cerniera col disco di ghisa J che dee servire di manubrio, avendo a tal fine parecchii fori a varie distanze dal centro, ad oggetto di poter cangiare la lunghezza del raggio del manubrio, ed in conseguenza la corsa della forca e del porta-ferri. In uno dei fori adattasi il pernio *b* che si attacca da una parte del disco J con una chiavetta, e che termina dall' altro con una parte sferica che può adattarsi nella testa della spranga (fig. 4).

Il disco mobile J è posto alla cima dell' asse di ferro I il quale, come dicemmo, è portato dai guancialetti adattati nei sostegni C. Questo asse tiene altresì la ruota diritta di ghisa H, di soli 190 millimetri di diametro, e che viene condotta da un rocchetto G del diametro di $0^m,06$ adattato sull' asse inferiore D, il quale riceve il movimento direttamente mediante la puleggia di ghisa E fissatavi sopra; una uguale puleggia È postavi folle, riceve la coreggia quando vuolsi arrestare la macchina; finalmente un volante F posto alla estremità, sérve a regolare il moto durante la operazione.

Sulla cima dell' asse J avvi un piccolo eccentrico *r*, il cui centro è assai prossimo a quello dell' asse, e che è abbracciato in tutta la sua circonferenza da un anello in due parti fissato sulla spranga *q*. Termina questa spranga alla parte inferiore con una specie di forchetta a due braccia che cade nei denti della ruota a sega *p*, cosicchè ad ogni giro dell' albero J questa forchetta fa girare la ruota di un dente. L' asse *o* che tiene questa ruota è adattato in guancialetti posti sotto la piastra di imbasamento e tiene all' altro capo un piccolo rocchetto ad angolo *n'* che ingrana con altro rocchetto simile *n*; questi due rocchetti girano in conseguenza d' una quantità proporzionata all' andamento della ruota a sega. Ma il rocchetto *n* essendo fissato sulla testa della vite di richiamo orizzontale P fa girare questa vite, la quale, siccome tiene un collare abbracciato dal guancialetto medesimo adattato sotto la piastra di imbasamento, così non può camminare nel senso di sua lunghezza, e perciò con la sua rotazione fa avanzare la madrevite *k* e la piastra mobile N su cui quella è fissata.

Il carretto che porta i ferri ha quindi due movimenti, l'uno circolare comunicatogli dalla spranga K e dal disco o manubrio J, l' altro rettilineo e lentissimo, trasmessogli dall' eccentrico, dalla ruota coi denti a sega e dalla vite di richiamo P. Sopra uno dei sostegni C avvi un nottolino *s* per impegnarsi come il primo nottolino *q* nei denti a sega della ruota *p*, a fine di impedire il retrocedimento di questa ruota al momento in cui il nottolino *q*

abbandona il dente sul quale si appoggia per impegnarsi in quello che segue. Una piccola catenella lega insieme questi due nottolini, ad oggetto di poterli sollevare insieme quando vuolsi arrestare la macchina, e principalmente quando si vuol far dare in addietro il porta-ferri, locchè si ottiene girando rapidamente a mano la ruota a sega, ad oggetto di perdere il minor tempo possibile quando una madrevite è finita per cominciarne un'altra.

Nella figura si è supposto che v' abbia sulla macchina una sola madrevite a sei facce *a*, che è la forma generale per le grandi madreviti. Siccome queste all'uscire dalla fucina sono di già forate, così possono infilarsi sopra una spina *v* per lavorarle successivamente sulla cima del pilastrino di ghisa Q, che è tornito ed adattato in un' apertura cilindrica fatta verso la destra della piastra di imbasamento. La base di questo pilastrino è divisa in 6 ed in 8 parti, i punti delle divisioni essendo segnati soltanto con una lulinatura; un'alidada *t* fissata sull' angolo della piastra, mossa una punta inacciaiata che basta impegnare in uno dei fori per tenere il pilastrino al suo posto; sollevasi questa punta, e si fa girare il pilastrino di una o due divisioni per cangiarla di posizione, e presentare quindi altrettante nuove facce della madrevite da lavorarsi.

La spina cilindrica *v* che attraversa la madrevite viene fissata liberamente, in guisa che si servono per madreviti con fori di vario diametro; quando però le madreviti variano troppo di grandezza, giova mutare la spina ed il pilastrino sul quale poggia la madrevite. La testa d' ogni spina è [illegible] più piccola della madrevite, a cui forma un tenone, che è a [illegible] questa altima, è dentellata per [illegible] un foro [illegible] la punta coni[illegible] adattato nella cima del l' asta verticale R. Questa vite è solcata in una parte di sua lunghezza, ed attraversa una madrevite di ottone *s*, cui si lasciarono due orecchie, mediante le quali si può fissare con viti sulla parte superiore della piastra di ghisa T. Girando l' asta a destra od a sinistra, se la fa salire o discendere, e per conseguenza premere la sua punta sulla testa della spina *v* o metterla in libertà. Basta evidentemente a tal fine far compiere alcuni giri al volante di ghisa S, che è fissato sulla testa della vite R per fare l' offizio di manubrio. Quando una madrevite è drizzata su tutte le sue facce, si fa risalire d' un certo tratto la vite, per rendere libera la spina; poscia, per potere levar questa, s' inclina il pezzo di ghisa T, che può facilmente oscillare alla sua parte inferiore, poichè le due braccia, con le quali termina, tengono viti di pressione, la cui cima è leggermente impegnata nelle squadre di ferro *y* fissate sulla pastra d' imbasamento (fig. 3).

Crediamo potersi facilmente fare una idea dei movimenti delle parti principali della macchina, sul disegno geometrico della fig. 5; dobbiamo solo notare che l' arco di circolo *a' b'* descritto ad ogni giro del disco a manubrio, dee sempre essere più grande dell' altezza della madrevite da drizzarsi, e che tuttavia non conviene oltrepassare quest' altezza di troppo, per evitare perdite di tempo affatto inutili. È perciò che fa duopo regolare anticipatamente la corsa dei ferri in proporzione all' altezza delle madreviti da facettarsi, ponendo il pernio a cerniera *b* (fig. 4) in uno dei fori del disco mobile I. Importa eziandio di regolare l' eccentrico *r* sull' asse motore I, in guisa che non faccia girare la ruota a sega che quando i ferri giungono verso la parte superiore della corsa; gira pure quando questi ferri cominciano a scendere; ma dee rimanere mobile mentre percorre l' altezza

della madrevite, senza di che è facile vedere che toccherebbe una parte di superficie non ancora spianata, cioè che salirebbe sulla parte ruvida, lo che deesi assolutamente evitare, poichè altrimenti i bulini sarebbero ben tosto smussati, e la superficie non riuscirebbe diritta. Si dee quindi nel costruire la macchina prendere le maggiori cautele per evitare siffatto inconveniente.

Le madreviti da faccettarsi essendo per lo più di ferro battuto, i ferri hanno a levare assai poco metallo per volta; quindi conviene che il carretto avanzi di assai piccola quantità, appena di $\frac{1}{10}$ di millimetro, ad ogni passaggio. Quindi il passo della vite, il diametro ed il numero di denti della ruota a sega, devono essere così calcolati da non fare avanzare il carretto che di questa piccola quantità ad ogni giro dell' asse principale I. La velocità di quest' ultimo dee pure essere combinata, in guisa che il moto discendente dei ferri non sia di più che 10 centimetri al secondo. Il prezzo di una di queste macchine fatta per faccettare madri di 3 a 10 centimetri di diametro può variare da 1000 a 1200 franchi.

(PAOLO DESORMEAUX — HALEY — MACLEA — MARCH — M. ARMENGAUD.)

MADREVITE. Avendo parlato nell' articolo precedente delle madreviti in generale, tratteremo qui in particolare di quelle che servono a fare le viti, e che perciò sono fra gli utensili più importanti alle arti. Queste madreviti si possono dividere in tre classi, cioè: 1.° madreviti semplici; 2.° madreviti doppie od a guancialetti; 3.° madreviti a legno. Esamineremo successivamente ciascuna di queste tre specie, aggiugnendo su ciascuna di esse quelle avvertenze ed indicazioni che non si trovano a questa parola nel Dizionario.

Madreviti semplici. Nella massima semplicità sua questo utensile non è che una madrevite fatta in una lastra di acciaio, la quale essendo poscia temperata serve ad invitare i cilindri di acciaio non temperato, di ferro o di rame che vi si fanno passare attraverso. Non si fa mai però un solo foro, imperocchè occorrerebbero altrettante madreviti quante sono le grossezze delle viti; ma invece si fa sopra una stessa lastra di acciaio una serie di fori che servono a produrre viti di varii diametri. Questi fori devono essere posti a sufficiente distanza per resistere alla forte pressione che prova la madrevite quando vi si fa passare attraverso un cilindro, che dee essere per lo meno grosso quanto il maggior diametro della madrevite, preso sul fondo dei solchi. D' altra parte la grossezza della piastra di acciaio in cui sono fatti i fori dee decrescere in proporzione che il diametro dei fori diminuisce. Il trascurarsi bene spesso questa ultima osservazione è causa che v' abbiano sì poche buone madreviti semplici. Per regolare convenientemente la grossezza, si può attenersi ad una norma pressochè certa, ed è quella di fare in guisa che non v' abbiano mai meno di due pani e mezzo, nè più che tre e un quarto nei fori lavorati a vite. Ponendone meno i vermi riuscirebbero male, e se la vite fosse alcun poco lunga si curverebbe, e la madrevite si guasterebbe assai presto. Mettendone di più i vermi riuscirebbero in vero più regolari; ma la madrevite sarebbe più dura a girarsi, e facendo le viti di piccolo diametro si correrebbe il rischio di torcerle e romperle. Perciò è conveniente attenersi alla regola che abbiamo data. Dietro a ciò viene a risultare la madrevite di una grossezza che va progressivamente diminuendo, poichè trovandosi i pani più vicini nei piccoli diametri di quello che nei grandi, si vede doversi diminuire la grossezza per conservare alla madrevite lo stesso numero di pani. Volendo che la madrevite

risulti di grossezza uniforme in tutte le sue parti, si fanno accampanati i piccoli fori, in fino a che più non vi rimanga che due a tre pani, ed è questo un buonissimo metodo. Bene spesso le superficie essendo assai dure, e l' acciaio trovandosi indebolito dal passaggio del maschio, avviene che le madreviti semplici si scheggiano all'orifizio dei fori, nè più conservano un numero sufficiente di solchi per far bene l' uffizio cui sono destinate.

Le madreviti semplici hanno poi quasi tutte un difetto difficile a togliersi, ed è che di raro quel foro che si adopera, trovasi nel mezzo fra le due leve nel centro intorno al quale si gira. Riparasi in parte a questo inconveniente facendo alla madrevite un lungo manico o codolo, per guisa che i fori più grossi, che sono quelli cui più abbisogna la forza della leva, si trovino nel mezzo della lunghezza totale della madrevite.

La fig. 6 della Tav. LXII delle *Arti meccaniche* rappresenta una madrevite semplice veduta in piano, e la fig. 7 la mostra veduta in coltello; il manico è forato alla cima formando ivi un anello pel quale si sospende l' utensile, allorchè nol si adopera; la linea A B divide in due la madrevite, sicchè quando operasi coi fori più grandi, le due leve sono di uguale lunghezza. Questa uguaglianza delle leve decresce a misura che si va allontanandosi dalla linea B; ma giunti al numero 3 più non si ha bisogno di leva, essendo allora per lo più il diametro della vite così piccolo che basta la forza delle pinzette che tengono il filo da invitarsi; nel qual caso la madrevite si tiene immobile nella mano sinistra, o meglio in una morsa, passandovi senza fatica il pezzo da invitarsi.

Nulla è più facile che fare una cattiva madrevite semplice; ma all' opposto è fra le operazioni meccaniche più minuziose e difficili il fare questo utensile quale dee essere, a tal segno che pochi artisti sono giunti a riuscirvi. Così in Francia per lungo tempo, mentre Raoul, Smith ed altri artefici, producevano utensili assai riputati, il solo Lavousy aveva nome di far bene le madreviti. In questo utensile, tanto importante che la buona esecuzione di esso può bastare ad assicurare la fama e la fortuna di un fabbricatore, nulla vi è che si possa trascurare: la scelta della materia prima, la maniera di lavorarla, la direzione del nervo dell' acciaio, la forma da darvisi, il collocamento dei fori, la relazione dei diametri fra loro, la tempera e molte altre circostanze, influiscono sulla buona qualità delle madreviti. Quanto alla materia è da preferirsi l' acciaio fuso, ma non già quello crudo e molto ricco di carbonio che ora si adopera per la fabbricazione delle lime; l' acciaio dee avere forza ed essere malleabile scegliendolo fino e della prima qualità. Nel lavorarle converrà non riscaldare di troppo e fare in maniera da mantenere il nervo nel senso della lunghezza; sarà duopo riscaldare abbastanza perchè l' acciaio non divenga paglioso riponendolo spesso nel fuoco, e trattandolo a piccoli colpi dati in piano ed uniformi. Si potrà spianare e calcare con piccoli colpi l' acciaio non molto caldo come se si dovesse incrudirlo. Quando la piastra di acciaio è ben lavorata, drizzata ed assottigliata con la degradazione dovuta, si finisce di spianarla con la lima o con la cote, e vi si segna con un punzone il luogo dei fori, che hanno ad essere collocati in maniera da trovarsi sempre circondati da un' uguale quantità di materia. Così, per esempio, nella fig. 6, è bensì vero che i fori 1 ed *a* sembrano trovarsi troppo vicini agli orli; ma è da considerarsi che la piastra è ivi molto più grossa.

Quando tutti i fori saranno fatti, rimane ad invitarli, e questa operazione non può

farsi a dovere che con maschii conici molto allungati, squadrati con la lima, passati per la madrevite prima di essere temperati, poscia dopo la tempera drizzati ed aguzzati sulla pietra da affilare ad olio. Tutte queste precauzioni sono indispensabili, non dovendosi comprimere l' acciaio nei fori, ma produrre i vermi tagliandolo.

I fori 1 ed *a*, quantunque abbiano lo stesso verme e lo stesso passo di vite, tuttavia non hanno ad essere affatto uguali; ma quello 1 sarà eseguito con un maschio conico, la parte più larga dovendo riuscire al disotto. Per distinguere il disotto dal disopra si fanno su quest' ultima faccia le linee trasversali che separano i fori. Allorchè queste linee contengono quattro fori, sopprimonsi, e distinguonsi le serie dallo spazio più grande che rimane fra l' una e l' altra. Allorchè queste serie sono di due fori soltanto, come nella figura, non sempre si mettono le linee onde abbiamo parlato, ed allora distinguesi la faccia superiore con un altro segno, come una cifra, un fiore od altro ornamento, bastando che indichi questa parte superiore. Il primo foro fatto con un maschio conico è adunque più grande al disotto che al disopra; il secondo foro *a* è fatto con un maschio cilindrico alquanto più piccolo della parte disotto del primo foro. Mediante questa disposizione, i due fori 1 ed *a* concorrono insieme a formare una sola vite, che si abbozza nel foro 1, e compiesi in quello *a*. La vite si farà in tal guisa più facilmente, con minor rischio che il metallo di essa si torca, ed i pani riusciranno più vivi e più profondi. Potranno in vero adoperarsi anche viti fatte con uno solo di questi fori; ma queste saranno assai meno buone di quelle passate per tutti e due i fori. Gioverà altresì avere due maschii per fare le madri di queste viti, ed anche in tal caso si passerà dapprima un maschio conico, poscia uno cilindrico, riuscendo talvolta difficilissimo di far agire a bella prima questo ultimo. La differenza che vi ha fra i due fori presenta inoltre il vantaggio di assortire le grandezze secondo il bisogno.

Fatti i solchi, come si è detto, nei fori, un' altra condizione rimane a soddisfarsi per rendere sicuro l' effetto, condizione che troppo sovente trascurasi, e che è tuttavia molto importante, massime pei fori di un diametro piuttosto grande, e consiste nello sfogo da darsi, perchè la madrevite tagli il metallo anzichè comprimerlo. Nella fig. 6 vedonsi riunite tutte le varie maniere di dare questo sfogo, e si fa con una piccola lima da fendere passata nei fori. Nel fare questi tagli, duopo è avvertire di non indebolire la madrevite nei punti ove occorre gran forza. Generalmente questi sfoghi si fanno, come vedesi indicato nella figura ai numeri 3 *c*, 5 *e*, oppure 4 *d*; rare volte si fanno quattro tagli, come al n.° 1, perchè indeboliscono la madrevite dalla parte dell'orlo, facendosene piuttosto tre soli come in *a* e 2; ma di raro si fa anche ciò, bastando per lo più due intagli. Hanno questi ad essere alcun poco più profondi del pane. Pei piccoli fori non si fanno intagli, non trovandosi facilmente lime così piccole da passarvisi. Dopo aver fatto gli sfoghi necessarii con questi intagli, passansi di nuovo i maschi nei fori e quindi si può dar mano alla tempera.

La tempera di una piastra di metallo di grossezza inuguale, e con parecchi fori che la indeboliscono, è cosa difficile, ed è specialmente al momento di questa operazione che si conoscerà il vantaggio di avere incrudito l' acciaio a freddo, come in addietro raccomandammo. Se si adoperasse dell'acciaio laminato, troverebbesi assai maggiore difficoltà, poichè questi acciai si sbiecano molto più nella tempera di quelli lavorati a martello. Alcuni, per moderare l' azione dell' acqua, che, agendo

risulti di grossezza uniforme in tutte le sue parti, si fanno accampanati i piccoli fori, in fino a che più non vi rimanga che due a tre pani, ed è questo un buonissimo metodo. Bene spesso le superficie essendo assai dure, e l' acciaio trovandosi indebolito dal passaggio del maschio, avviene che le madreviti semplici si scheggiano all'orifizio dei fori, nè più conservano un numero sufficiente di solchi per far bene l' uffizio cui sono destinate.

Le madreviti semplici hanno poi quasi tutte un difetto difficile a togliersi, ed è che di raro quel foro che si adopera, trovasi nel mezzo fra le due leve nel centro intorno al quale si gira. Riparasi in parte a questo inconveniente facendo alla madrevite un lungo manico o codolo, per guisa che i fori più grossi, che sono quelli cui più abbisogna la forza della leva, si trovino nel mezzo della lunghezza [illegible] della madrevite.

La fig. 6 della Tav. LXII delle *meccaniche* rappresenta una [illegible] semplice veduta in piano, e la [illegible] mostra veduta in coltello; il [illegible] rato alla cima formando ivi un [illegible] quale si sospende l' utensile, [illegible] si adopera; la linea A B [illegible] la madrevite, sicchè quando [illegible] fori più grandi, le due leve [illegible] le lunghezza. Questa [illegible] leve decresce a misura [illegible] tanandosi dalla linea B, [illegible] mero 3 più non si [illegible] essendo allora per lo più [illegible] vite così piccolo che [illegible] pinzette che tengono il [illegible] nel qual caso la madre[illegible] bile nella mano sinistra, [illegible] morsa, passandovi senza [illegible] invitarsi.

Nulla è più facile che [illegible] madrevite semplice; ma [illegible] le operazioni meccaniche [illegible]

MADREVITE

difficili il fare questo [illegible] essere, a tal segno che [illegible] giunti a riuscirvi. Così [illegible] go tempo, mentre fi[illegible] artefici, produceva[illegible] il solo Lavoisy [illegible] le madreviti. In [illegible] portante che le [illegible] può bastare [illegible] tuna di un [illegible] possa trasc[illegible] prima, la [illegible] ne del [illegible] darvi [illegible] ne de[illegible] te il [illegible] ne [illegible] [illegible] [illegible]

In ogni buona madrevite ciascun foro dee essere numerato, ed ogni maschio dee portare un numero corrispondente; è un mezzo assai difettoso quello di lasciare i maschii nei fori, attesochè si rompono facilmente, e siccome manca nelle arti un mezzo per levare un maschio che siasi spezzato al disopra o al disotto al diritto della madrevite, così deesi principalmente avvertire di evitare questo accidente. Un foro perduto distrugge l'assortimento della madrevite, e ne scema il valore. Delle forme e qualità dei MASCHII diremo a quella parola.

Da quanto precede si vede a quante condizioni abbia a soddisfare per potersi dir buono questo utensile tanto semplice, ma tanto importante: tuttavia, quand'anche presenti tutte le qualità suaccennate, lascia ancora molto a desiderare, e la madrevite semplice, ha bisogno ancora di essere perfezionata, locchè accaderà senza altro, se il movimento progressivo delle arti continua. Questa madrevite non si potrà dire perfetta fino a che non si possa affilare, poichè dopo un breve uso smussandosi gli spigoli degli intagli di sfogo, non taglia più, ma comprime e schiaccia la materia, formandosi il pane dall' incontro di due sbavature: il filo si rompe, il metallo è stirato e maltrattato, ed i prodotti riescono meno perfetti. Si fecero alcuni tentativi e con qualche successo, ma nulla avvi ancora di positivo provato da lunga esperienza.

Deesi usare la madrevite semplice, tenendola orizzontalmente ed inumedendola con olio, senza provar mai a passarvi cilindri più grossi del diametro esterno dei fori. Dopo aver fatto scendere di un mezzo giro il pezzo da invitarsi, si dee risalire, tornare alla prima posizione, poi fare un altro mezzo giro, retrocedere ancora, e così di seguito. Se la madrevite cacciasse al disotto una sbavatura od un rosume rotolato, sarebbe indizio di troppa grossezza del cilindro da invitarsi o del non essere desso esattamente rotondo; in tal caso fa duopo levare con la lima questa sbavatura o ritaglio ed assottigliare il metallo prima di continuare a farvi la vite, senza di che questa si curverebbe o potrebbesi anche alterare la madrevite.

Madreviti doppie dette anche *a guancialetti* od *inglesi*. Qualunque cura si ponga nella scelta dei maschi assortiti, coi quali si fa una madrevite semplice che possa dare viti progressivamente partendo da un filo sottile come un ago, e giugnendo, con insensibile gradazione, a diametri grossi un dito, è impossibile che tutte le grossezze si possano esattamente riprodurre. Le viti prodotte dalla madrevite semplice sono tutte cilindriche, e vi sono alcuni casi, massime quando trattasi di fare maschii, in cui è duopo poterle far coniche. Inoltre non si possono fare con la madrevite semplice le grosse viti o quelle di un diametro medio, ma che hanno ad avere i pani a spigoli vivi e molto rilevati. Cercaronsi adunque mezzi di evitare questi difetti e di ottenere i vantaggi che mancano a quelle. I primi saggi che si tentarono furono una specie di compasso di ferro, vicino alla testa del quale, sul lato interno delle braccia, vi avevano guancialetti di acciaio, ciascuno dei quali teneva l' impronta della metà di una vite. Le due braccia del compasso erano attraversate verso la punta da una vite curvata sulla sua lunghezza che serviva a tenerle al grado di distanza voluto. Questa forma malamente prestavasi al lavoro delle viti, poichè il punto pel quale giravasi lo strumento era troppo lontano dal mezzo di esso. Inoltre lo strumento era poco maneggevole, ed i guancialetti non premendo l' un contro l' altro, ma in direzione inclinata, la pressione non si faceva a dovere; quindi fu abbandonato. Malgrado queste sue

imperfezioni conteneva però il germe di tutti i vantaggi che si ottennero in appresso quando le forme furono meglio adattate al bisogno. La seconda maniera di fare le madreviti doppie era assai più semplice di quelle usate oggidì, e siccome è di assai facile esecuzione, e soddisfa abbastanza bene al suo scopo, così ne daremo qui la figura e la descrizione. La fig. 8 della Tav. LXIII delle *Arti meccaniche* mostra l'insieme della madrevite veduta al disopra; la fig. 9 mostra questa stessa madrevite veduta di fianco od in coltello; finalmente la fig. 10 mostra una delle leve veduta a parte ed in prospettiva; *a b* sono due leve piegate a squadra, la unione delle quali forma l'incassatura dei guancialetti; *c* è un dente, talvolta lavorato a vite, come in *d*, per ricevere una madrevite, tal altra fesso ed attraversato da una chiavetta, la quale, battendola col martello, stringe e lega insieme le due leve *a b*. Questa chiavetta può mettersi nel senso della lunghezza della leva *b*, come nella fig. 8, od anche in direzione perpendicolare a questa leva, come nella fig. 9; ma in tal caso conviene aver cura che la sua lunghezza non oltrepassi la grossezza della madrevite: *e f* sono viti di pressione; basterebbe una sola, ma due danno effetto migliore. Possono farsi a testa piatta, come in *e*, o rotonda come in *f*, ma in ogni caso questa testa non dee oltrepassare la grossezza della madrevite; *h h* sono i guancialetti che scorrono nella scanalatura *i* (fig. 10), che segnasi prima col graffietto poi profondasi con uno scalpello; in *d* ed in *e* della fig. 10, vedonsi il foro *d* del pernio *c*, e l'altro foro *e* lavorato a vite che serve di madre alla vite di pressione. Questa madrevite, oltre all'essere di facile costruzione, presenta il vantaggio che non hanno altre più complicate, di poter servire a lavorare le viti fino alla base, cosa che sovente ha molta importanza.

Sia per capriccio o per qualche fondata ragione che non conosciamo, si abbandonò questa maniera di costruire le madreviti doppie, e si adottò quella rappresentata nella fig. 11: poscia, facendovi cangiamenti più o meno importanti, usaronsi una infinità di forme diverse, delle quali non daremo i particolari, ma che passeremo in rivista, perchè in fatto molti di questi cangiamenti si fondano su qualche reale vantaggio; quanto alle forme non ce ne occuperemo per nulla, poichè sarebbe cosa assai lunga e superflua, non trattandosi che di variazioni fondate sopra ragioni di capriccio o di gusto. Come vedesi nella fig. 11, si comprendono varii fori in uno stesso fusto di madrevite, intorno al qual uso le opinioni sono varie; alcuni dicono che ponendo diversi fori se ne trova necessariamente alcuni fuori del centro di rotazione, e che per conseguenza tale costruzione è viziosa; altri pretendono essere questo inconveniente assai lieve in confronto al vantaggio che ne risulta di non aversi a mutare guancialetti, operazione sempre un po' lunga, quando si dee cangiare il passo delle viti. Sembra tuttavia che la prima opinione abbia un maggior numero di seguaci, poichè da qualche tempo non si vede nelle madreviti che un solo foro. Tuttavia dispiace il vedere rinunziare ad una serie di fori che accelerano molto il lavoro come dicemmo.

I guancialetti, come vedesi pure nella fig. 11, sono contrassegnati a due a due, gli stessi segni dovendo essere ripetuti sulla serie di maschii relativi a ciascun foro pel quale si hanno solitamente sei maschii apparecchiati. Il primo maschio è segnato 1 — 1, il secondo 1 — 2, il terzo 1 — 3, e così di seguito per tutta la serie: questi numeri sono segnati alla faccia superiore del fusto, con che servono inoltre a distinguere questa parte da quella disotto. Quando non si abbiano punzoni coi

numeri adoperansi bulini a punta semplicemente, facendovi varii punti, come si è indicato nei guancialetti della fig. 11; oppure con una lima triangolare si fanno solchi che servono di numeri romani. Esamineremo le varie parti di questa madrevite.

Il fusto componesi di due parti, e sono il contorno o telaio e la vite. Il telaio della madrevite è battuto di un solo pezzo e tiene il contorno *a*, il braccio *b* e l' occhio o ghiera *c*: la vite *d* è anch' essa di un solo pezzo. I due lati del contorno hanno ad essere ben drizzati, scevri di sfaldature e tanto più robusti quanti più saranno i fori che dovrà contenere la madrevite Per lo più il braccio *b* è lavorato sul tornio, e diremo ben presto come montisi per finirlo, ma si può tornirlo fino dapprincipio, e tale si è anzi il metodo che seguesi generalmente; a tal fine prima di fare il foro dell' occhio *c*, che dee poscia essere lavorato a solchi per ricevere la vite *d*, ponesi in centro il pezzo da una parte nel mezzo del rigonfiamento lasciato per l' occhio, dall' altra alla cima del braccio *b* e mettesi in tal guisa la madrevite sul tornio, ponendo l' occhio a sinistra sulla punta stabile, ed il braccio *b* sulla punta mobile a destra. In tal guisa si può digrossare il braccio ed anche in parte lavorarlo, poi si fora ben diritto l' occhio *c*. Se non si credesse di poter fare questo foro ben diritto varrebbe meglio eseguire la foratura prima di mettere il pezzo sul tornio, e dopo fatto questo foro introdurvi la punta a destra del tornio, o se il foro fosse grande, introdurvi una spina tornita e solcata a vite con un piccolo incavo nel centro in cui si fa entrare la punta. In qualsiasi maniera si abbia operato, gioverà non finire interamente il braccio *b*, ma lasciarvi sufficiente materia per ridurlo rotondo nel caso in cui dopo posta a luogo la vite *d*, montando il tutto sul tornio risultasse una eccentricità troppo grande e visibile. Si penserà allora a lavorare all' esterno la ghiera *c*, avvertendo di non troppo assottigliare i lati lunghi del telaio là dove si uniscono a questa ghiera, che è il luogo ove hanno ad opporre maggior resistenza. Per fare la madrevite nella ghiera si adopereranno i maschii comuni, dovendosi però di necessità terminare col passarvi un maschio cilindrico. I solchi hanno ad essere cavi e larghi ed avere non mediocre inclinazione, poichè se fosse troppo leggera si durerebbe fatica a disimpegnare il maschio; se invece il passo fosse troppo grande, la madrevite potrebbe allentarsi da sè nelle forti pressioni od al menomo colpo che ricevesse. Forato l'occhio e lavoratolo a vite, rimane a fare nell' interno del contorno le due augnature riunite, e che formano uno spigolo sul quale mettonsi a cavalcioni i guancialetti. Per fare agevolmente queste augnature segnansi col graffietto tre linee, una al disopra, l' altra al disotto della madrevite, la terza sulla metà della grossezza dell'orlo interno; levasi il ferro con una lima piatta, lasciando sussistere i segni fatti col graffietto. Quando le augnature sono fatte si levano i segni del graffietto con la lima tenuta obliquamente, dietro la larghezza delle augnature. Queste augnature vedonsi nel luogo ove i guancialetti sono slontanati nella fig. 11, nelle parti ombreggiate nella fig. 12, finalmente si vedono meglio nella fig. 13 che mostra la sezione della madrevite della fig. 11, ma in iscala maggiore.

Si comprende che se le due augnature continuassero così senza interruzione sui due lati del contorno, diverrebbe impossibile farvi entrare i guancialetti; per lasciar passare questi levasi la augnatura sull' uno dei lati vicino alla ghiera, come vedesi in *a* (fig. 14) l' incavo dovendo essere così grande da lasciar introdurre i guancialetti. Per mettere questi al lo-

posto, s comincia dal far entrare la augnatura di contro all' incavo nella scanalatura del guancialetto, ed allora premendo questo lo si fa entrare. Quando le due scanalature di questo guancialetto trovansi di contro alle augnature esso entra facilmente nel contorno ; non è duopo forzarlo ad entrare, poichè quando i guancialetti sono temperati si fanno la strada da sè. È inutile in questa prima operazione drizzare esternamente la superficie del fusto facendosi ciò soltanto per l' ultima cosa.

Quando il fusto è preparato, pensasi alla seconda parte della madrevite, cioè alla vite *d* (fig. 11); mettesi questa sul tornio fra due punte e lavorasi senza polirlo. Si praticano allora i fori in croce che ne attraversano la testa *e* e vi si fa la vite. Allorchè questa è passata nella sua madre *c* si mette sul tornio fra due punte l' insieme della madrevite e se ne poliscono le parti rotonde. Non sempre si dà a questa parte la figura indicata dalla figura, ma bene spesso terminasi con un grande anello simile a quello delle chiavi comuni oppure con una 'T', o con qualsiasi altra parte piatta e sporgente che possa servire di leva per girare questa chiave, non occorrendo allora di praticare i fori nella testa *e*. Questo metodo tuttavia presenta un inconveniente, cioè che la vite di pressione venendo nel contorno in qualche luogo può girare perchè troppo corta l'esatta distanza fra due guancialetti che talvolta molto importa di conservare. Sono più reputate ed a ragione quelle madreviti che hanno la vite *d* e i fori *e* molto lunghi.

I guancialetti sono la parte veramente importante della madrevite, e quella perciò in cui mettono maggior diligenza gli operai. I quali sogliono comperare una madrevite principalmente pel fusto che pei guancialetti e pei modelli che si preparano da sè secondo le grossezze del pane, onde hanno bisogno. Alcun poco la sua importanza questa parte della madrevite è quella altresì intorno alla quale le opinioni son più divise. Riferiremo questi vari pareri, notando quelli che ebbero l' unanime consenso.

Si prendono i guancialetti da una spranga di acciaio di calibro prossimo alla grossezza che devono avere, essendo utile in generale prendere la spranga alquanto più grossa e batterla a martello per ridurla alle dimensioni volute. Alcuni meccanici pretendono non doversi lavorare a martello i guancialetti, perchè risparmiando un caldo all' acciaio gli si conserva le buone sue qualità, mentre invece ogni volta che se lo mette in fuoco si brucia una parte del suo carbonio. Una lunga esperienza ha tuttavia dimostrato la erroneità di questa asserzione, i guancialetti non battuti essendo più soggetti a fendersi nella tempera, e l' acciaio sdentandosi più facilmente nei pani ; rimane perciò stabilita la utilità di incrudire l' acciaio con alcuni colpi di martello.

Un' altra quistione che rimane a risolversi è quella, se abbiasi a prendere l' acciaio di traverso o nel senso del suo nerbo. Quasi tutti gli operai lo prendono di traverso, massime se i guancialetti sono poco profondi ; ma se i guancialetti sono lunghi giova seguire l' esempio di quei pochi che vi fanno i solchi alla cima. Il guancialetto non ancora lavorato a vite, che vedesi nella fig. 15, ed il cui uso spiegheremo in appresso, servirà a far comprendere tale differenza. Suppongasi che la linea *a b* sia il senso della spranga di acciaio alla cima della quale si è tagliato questo guancialetto, e che la linea *c d* indichi la larghezza di questa spranga. Si comprende che facendo i solchi della madrevite nel mezzo dei lati lunghi, le fibre dell' acciaio risultano trasversalmente nella madrevite, se il contono del fusto è largo quanto la lunghezza di questo guancialetto; ma che se si fanno i solchi in *a* od in *b*,

cioè sul mezzo dei lati più piccoli, ed il contorno del fusto non sia largo che quanto è la spranga *c d*, le fibre dell' acciaio si presenteranno in senso della loro lunghezza nella madrevite. Questa circostanza non è indifferente attesochè anche l' acciaio fuso ha fibre ben distinte. L' uso adottato è di mettere le fibre di traverso quando il guancialetto è lavorato a vite da ambe le parti, come in quelli 1, 2, 3, 4 della madrevite nella fig. 11; e di mettere le fibre per lungo se il guancialetto è profondo e lavorato da una parte soltanto. La ragione di questa massima si è che con la tempera le fenditure si fanno più comunemente nella direzione delle fibre dell' acciaio di quello che di traverso, e che se la fenditura ha luogo in fondo all' incavo di sfogo, come più spesso accade, il guancialetto, fesso nel punto più debole, non ha più alcuna forza e separasi in due alla prima pressione che prova. Quando però il guancialetto ha una certa profondità il rischio è minore, ed allora i pani fatti alla cima sono più duri che quelli fatti attraverso: perciò nello scegliere la spranga destinata a fare i guancialetti hanno ad aversi presenti queste considerazioni.

Battuti i guancialetti e tagliatisi alla lunghezza dovuta, è duopo adattarli nel telaio della madrevite, operazione che dipende dalla forma adottata per questo telaio stesso. Se si presceglie la forma antica della fig. 11, i guancialetti devono nella loro sezione presentare la forma della parte non ombreggiata della fig. 13; entreranno nel contorno a quel modo che vedesi in *a b* della fig. 12. La scanalatura angolare di questi guancialetti si fa con la lima triangolare; l' angolo è di 90°, e quello della lima essendo di 60°, si ha il modo di drizzare i lati inclinando la lima alternativamente a destra od a sinistra. Malgrado ciò è molto difficile adattare esattamente i guancialetti e l' operaio che riesce a farlo bene ha ragione di tenersene pago. Mano a mano che i guancialetti sono adattati infilansi nel telaio in cui si fanno entrare spignendoli con la vite *d*, e siccome sarebbe difficile di poscia levarneli, così si ha cura di fare nel guancialetto numero 1 un incavo circolare *s* (fig. 11) oppure di far questo incavo nel fusto del telaio, come si è indicato con un semicircolo punteggiato di contro all' incavo *f*. Passasi in questo incavo una leva mediante la quale si fanno uscire i guancialetti. Si comprende che questo incavo diviene inutile quando la madrevite tiene due viti di pressione, come più innanzi vedremo.

Quando tutti i guancialetti sono collocati al loro posto nel fusto, vi si fanno i solchi a vite. Adoperansi a tal uopo maschi appositi (V. MASCHIO); ma dapprima cominciasi con una lima mezza tonda a segnare il luogo ove devono farsi i solchi della vite. Anche intorno a ciò variano le opinioni, poichè alcuni pretendono che il guancialetto debba essere dapprima incavato a semicircolo, come nelle figure 16 e 17, altri pretendono che abbiasi a fare soltanto un segmento di circa 1/4 di circolo, come in *a b* della fig. 12; altri finalmente, e sono quelli che sembrano avere motivi più lodevoli, pretendono che basti fare un segno nel mezzo con una lima a triangolo, unicamente per ben conservare questa metà, riserbandosi a fare in seguito, e prima di passarvi il maschio, l' incavo di sfogo di cui qui innanzi diremo. È certamente un buon metodo quello di fare, o per lo meno cominciare, fin dal principio gli incavi di sfogo, facendosi allora meno fatica a passare il maschio. Siccome però questi incavi non hanno ad essere finiti che dopo compiuto interamente il lavoro dei solchi, così ne parleremo soltanto dopo avere veduto come abbiasi a passare il maschio convenientemente.

Innanzi di fare questa operazione, bisognerà esaminare a qual uso debba servire la vite che dovrà prodursi con la madrevite, fissandone specialmente con esattezza il diametro: è certo che la madrevite doppia lascia molto arbitrio su tale riguardo; ma vi hanno alcuni limiti, duopo essendo convenire che l'arte manca per questa parte tuttora di regole fisse, rimettendosi alla volontà dei fabbricatori, sicchè la madrevite sarà bene o male provveduta di guancialetti secondo che questi avranno bene o male ragionato. Quegli che farà degli esperimenti su tale proposito, e ne dedurrà qualche norma renderà grande servigio alla pratica. Le teoriche potrebbero servire di base ad alcuni dati se non a regole; ma i dati dell' esperienza sono per certo assai più sicuri, difficile essendo non trascurare nei ragionamenti teorici nessuna delle circostanze cui deesi avere riguardo. È cosa riconosciuta che per produrre pani profondi, solidi ed a spigoli vivi è duopo che la madre abbia un diametro prossimo a quello della vite che si vuol fare; in generale per le viti a pani sottili, occorrono madri di piccolo diametro, che dee aumentarsi a misura che cresce la grossezza dei pani. Se si prova a fare pani fini sopra un grosso diametro non si riesce a dovere, venendo i pani come schiacciati, non potendosi in tal caso ottenere un buon effetto che sul tornio col pettine. Se provasi a fare grossi pani su cilindri di piccolo diametro ottengonsi viti assai belle fino ad una certa grossezza minore di quella del maschio con cui fecesi la madrevite: ma passato questo limite producesi un pane doppio poco profondo ed a spigoli non molto vivi. Ne è duopo ripetere non esservi regole fisse e doversi tenere paghi delle approssimazioni. Per conseguenza converrà avere maschii di un diametro prossimo a quello delle viti che dee produrre le madreviti.

Dappoichè adunque si sarà segnata la linea di mezzo dei guancialetti, che si saranno fatti rinvenire a fuoco dolce e vi si avrà fatto l' incavo di sfogo con una lima da fendere, si porrà il maschio fra le ganasce di una morsa e lo si prenderà in mezzo fra i guancialetti; quindi vi si spargerà sopra un po' di olio e si farà girare la madrevite, precisamente a quel modo come se si avesse a fare una vite con guancialetti temperati. Si avrà cura di porre il maschio in posizione esattamente verticale e di tenere la madrevite nel farla girare in posizione esattamente orizzontale, non solo relativamente alla lunghezza, ma ancora nel senso della larghezza. Gioverà fare in seguito alcuni giri continui discendendo o risalendo, perchè si imprima a dovere la cima dei pani; poscia, dopo aver unto di nuovo, si stringerà la vite, e si continuerà a girare, ma in allora scendendo di un mezzo giro, poi risalendo e discendendo di nuovo di un giro intero, ripetendo così di seguito l' atto di scendere sempre di un mezzo giro per poi rimontare di un giro intero. Allorchè si sarà percorsa tutta la lunghezza del maschio, si risalirà girando continuamente, si ungerà con olio, e si ripeterà il giro intero all' innanzi ed il mezzo giro all' indietro, come si è detto, ugnendo sempre con olio, e riavvicinando i guancialetti col serrar della vite ogni qualvolta si sentirà esservi troppo leggera pressione. In siffatto modo i pani del maschio si imprimeranno con tutta la loro grossezza nei guancialetti.

Bene spesso i pani fatti nei guancialetti altro non sono, massime sulla loro parte superiore, che l' incontro di due sbavature prodotte dalla compressione. È facile scorgere questo difetto guardando attentamente i pani dopo averli ben nettati. In tal caso conviene levare con una lima tonda o mezza-tonda la sommità di questi pani, e togliere le sbavature che ostruiscono gli

incavi di sfogo ; quindi riporre la madrevite sul maschio e farvelo passare di nuovo per approfondare maggiormente i solchi fra i pani. Fatta questa operazione il lavoro dei solchi dei guancialetti è finito, e serrata la vite possonsi spianare questi guancialetti con la lima alla parte superiore, sicchè vengano al diritto del fusto della madrevite.

Levansi allora i guancialetti dalla madrevite per dar loro la forma che devono avere da ultimo. Già si è detto che molti danno alla parte solcata la forma semicircolare che si vede nelle figure 16 e 17 ; ma questa forma ha parecchi svantaggi che giova notare. Primieramente cagiona molta fatica a fare le viti, ed obbliga a non far queste che del diametro identico a quello del maschio. Se il diametro è più grosso non vi ha contatto che in quattro punti, i quali essendo aguzzi vanno soggetti a spezzarsi. Se il diametro è più piccolo non opera che il fondo della parte solcata, e questo fondo essendo occupato dagli incavi di sfogo, non rimane che assai poco contatto e questo pure su due punti opposti del cilindro da ridursi a vite, sicchè diviene quasi impossibile di tenere la madrevite in posizione assolutamente orizzontale ; allora sovente i pani della vite riescono doppi, irregolari e smussi in vari punti. Per tale motivo i buoni operai rinunziarono assolutamente agli incavi semi-circolari.

Si provarono con buon esito le forme rappresentate nelle figure 18 e 19 e meriterebbersi certo la preferenza, se non fossero le molte cure che occorrono per tenerle in buon stato. Invero i guancialetti fatti in tal guisa tagliano assai meglio degli altri e producono più prontamente e con minore fatica viti più belle. La prima idea di questi guancialetti fu dietro il modello rappresentato nella fig. 20. Se il guancialetto è piatto, come lo abbiamo supposto fino ad ora, non si imprime nel cilindro che dietro angoli ottusi i quali sono assai poco taglienti (fig. 12 *a b)*, quindi si pensò che inclinando le superficie come si vede in *a b* (fig. 20) si avrebbero angoli acuti che taglierebbero molto, oltre di che i ritagli troverebbero libera uscita sui lati e non ostruirebbero le madreviti, come avviene di quelle che giornalmente si adoperano. Passandosi sulla pietra ad affilare le facce *a b* della fig. 20 potevasi mantenere la madrevite molto tagliente vantaggio notabilissimo e decisivo, del quale però non si fa quel conto che merita. Questa forma tuttavia non è scevra di inconvenienti, poichè se si vogliono far viti di piccolo diametro i pani possono accavalcarsi appoggiandosi l' uno sull' altro, e per effetto delle vite di pressione guastarsi schiacciandosi reciprocamente. Nel caso poi che vi abbiano parecchi fori in uno stesso fusto, come nella fig. 11, questa forma è affatto inammissibile, imperciocchè premendosi i guancialetti l' un contro l' altro, i tagli dei fori non adoperati al momento sarebbero i soli punti di appoggio dei guancialetti fra loro. Per conservarsi il modo di avere angoli taglienti non soggetti a smussarsi gli uni con gli altri, fecesi una modificazione alla forma della fig. 20, inclinando bensì a quel modo i pani *a b* (fig. 18), ma lasciando intatte le spalle *c d* le quali sono saglienti, sicchè lo sforzo della pressione ha luogo senza inconveniente sopra di quelle, essendone preservati gli angoli vivi. La fig. 19 è una varietà di guancialetto che produce un angolo ancora più tagliente, essendovi due gole *a b* invece dei piani inclinati *a b* delle figure 18 e 20, ed avendovi parimenti risalti per sostenere gli sforzi della pressione. Una pietra piatta nel primo caso ed una curva nel secondo, servono ad affilare questi guancialetti quando non tagliano più.

L'uso di queste pietre da affilare strette

piatte e rotondate è un incomodo il quale non imporrà certamente tuttavia, ad un artefice che desideri di far bene, sicuro di esserne compensato dalla abbondanza e perfezione del prodotto. Sia per altro che gli artefici comuni trovino troppo minuziose queste cure, sia che ignorino questo perfezionamento, di raro lo si vede notato. Quanto all' incavare assai poco i guancialetti è massima generalmente adottata dai buoni fabbricatori, e che si può raccomandare con tutta sicurezza, siccome cosa su cui tutti sono d' accordo. Se invero si consideri attentamente un guancialetto, che abbiamo a bella posta rappresentato in iscala più grande nella fig. 21, perchè si potesse meglio studiarne la forma, si osserverà che è più facile a farsi di tutti gli altri, e che se a dir vero taglia meno vivamente di quelli delle figure 18, 19 e 20, ha su di essi il vantaggio di potersi facilmente affilare sopra una pietra ad olio comune, e si noterà come si presti assai bene a dare viti di diametri molto diversi. Si supponga di fatto che i due circoli concentrici punteggiati *a b* (fig. 21) indichino la grandezza del diametro del maschio e la profondità dei suoi solchi; questo guancialetto potrà anche ridurre a vite un cilindro grosso come *c d*, perchè rimarrà ancora nel suo incavo una parte abbastanza grande di questo cilindro; inoltre pei successivi passaggi sulla pietra potrà senza danno spingersi fino alla linea *e e*.

Ci rimane a parlare degli incavi di sfogo sul fondo dei guancialetti; e qui pure trovansi grandi varietà di opinioni, ma unanime consenso da ultimo intorno ad un punto molto importante. Primieramente diedesi questo sfogo a quella maniera che si vede in tutti i guancialetti della fig. 11, nel guancialetto *a a* della fig. 12 e nei guancialetti delle figure 16, 18, 19 e 20. Poscia si moltiplicarono gli sfoghi, come si è rappresentato nel guancialetto della figura 17; ma questo metodo ebbe pochi seguaci, e venne abbandonato altresì da quei pochi che adottato lo avevano, essendo tali guancialetti facili a sdentarsi sui pani senza che v' abbia miglioramento bastante a compensare questo grave inconveniente. Gli sfoghi fatti a coda di rondine, come vedesi in *b* (fig. 12), sono molto migliori; gli angoli del fondo dell' incavo sono acuti ed i ritagli trovano facile uscita nell' allargamento di essi, bastando passarvi una punta per cacciarne il miscuglio di unto e rosure che vi si ferma talora. Nelle grandi madreviti deesi adottare francamente questa forma di sfoghi che è assai vantaggiosa; lo sarebbe del pari per le piccole se non fosse difficile farvela attesa la mancanza di piccole lime a triangolo. Sia che si adotti questo perfezionamento, sia che gli sfoghi si facciano semplici, tutti si accordano però nella massima che si dee fare lo sfogo inclinando i due lati. Ci sarebbe difficile far intendere questa importante modificazione senza l' aiuto di una figura. Sia adunque la figura 22 la sezione di un guancialetto fatta sulla linea *a b* della fig. 16; lo sfogo dovrà darsi secondo l' inclinazione *b* (fig. 22) da una parte e quella *a* dall' altra, in guisa che l' incontro di queste due inclinazioni formi un angolo nel mezzo della grossezza del guancialetto. Mediante queste disposizioni i ritagli non potranno accumularsi nello scavo di sfogo ed ostruirlo, come avviene sempre cogli sfoghi diritti; a misura che il maschio si avanza i nuovi ritagli scacciano quelli che vi avevano dapprima.

Tali sono le principali maniere di costruire i guancialetti, per quanto si riferisce al modo di passarvi il maschio e di farvi gli sfoghi. Siamo costretti passare sotto silenzio una infinità di modificazioni meno importanti, fondate soltanto sul capriccio

e sul desiderio di novità, senza alcuno utile scopo che ne giustifichi l' uso.

Preparati i guancialetti in tal guisa si ripassano sul maschio per riparare gli accidenti che fossero sopravvenuti e schiacciare le sbavature prodotte dalla lima, dopo di che si levano per temperarli. Questa operazione nulla ha di particolare, e ci riportiamo a quanto altrove se n'è detto, principalmente agli articoli ACCIAIO e BICORNIA. Avvi l' uso di attaccare insieme i *guancialetti* a due a due con un lungo filo *di ferro*, nel qual modo non si perdono *nel fuoco*, e si possono girare a volontà. Quando sono giunti al grado conveniente, si levano e tuffansi, insieme col ferro che gli tiene uniti, in acqua fredda; poi quando sono raffreddati seppellisconsi tuttora accoppiati nella cenere calda della fucina, e vi si lasciano circa un' ora, dopo di che si levano, si preparano e si dirizzano sopra una pietra da affilare bene spianata. Si fanno poi rinvenire sopra una spranga rovente, girandoli, affinchè il calore sia esattamente lo stesso dappertutto. Quando si è ottenuto il colore desiderato, che dipende dalla qualità dell'acciaio impiegatosi, si gira la spranga ed i guancialetti cadendo nell'acqua lo conservano stabilmente. Non rimane allora che darvi l' ultima mano passandoli sulla pietra ad olio dal lato ove è la solcatura a vite, a fine di avvivare gli angoli dei pani e renderli taglienti. Per le altre superficie si accostuma lasciarvi il colore della tempera. Si ricorderà che abbiamo detto di levare soltanto le sbavature degli angoli di sfogo. Le sbavature formatesi negli altri luoghi ricevendo al momento della tempera la prima impressione del freddo dell' acqua, guarentiscono i pani dalle screpolature e dalle fenditure, nè si levano che quando si passa il guancialetto sulla pietra da olio, se pure non vennero levate quando si imbianchirono i guancialetti sulla cote subito dopo la tempera.

Fummo obbligati parlare con qualche estensione di questa parte tanto importante delle madreviti, e che tuttavia è tanto trascurata che ordinariamente i guancialetti delle madreviti posti in commercio non sono buoni a nulla, sicchè l' operaio che desidera di far bene è costretto prepararseli da sè. Ora continueremo a passare in rivista i successivi miglioramenti fattisi nella fabbricazione del fusto delle madreviti.

I fusti delle madreviti ad augnature avevano un grave inconveniente in quanto che limitavano considerabilmente l' uso della madrevite relativamente alle grossezze dei pezzi da lavorarsi a vite. Se in fatto si guardano le figure 11, 12, 13 e 14, si vedrà che le augnature occupano un buon terzo dell' apertura delle madreviti, sicchè un terzo della loro capacità è perduto; abbandonossi in conseguenza questo metodo più facile per adattarne un altro che richiede maggior lavoro, ma che permette di fare viti più grosse con una madrevite della medesima forza e dello stesso calibro. Tale si è la madrevite a scanalature rappresentata dalle figure 23 e 24 che succedette alla prima. Non abbiamo dato una figura dell' insieme di questa madrevite, perchè somiglia interamente alla prima, eccettochè in quanto alle scanalature del contorno. La fig. 23 presenta la sezione di questo contorno, o telaio che dir si voglia, nell' interno del quale si è fatta la scanalatura *a b*; allora il guancialetto tiene una linguella sui lati, come si vede rappresentato nelle figure 16 e 18. La linguella entra nelle scanalature del telaio introducendovela pegli incavi *a b* (fig. 24), e vi scorre con leggero attrito. Talvolta non si fa che una sola intaccatura larga quanto è lungo il guancialetto in *a b* della fig. 24; ma avvi in ciò un inconveniente, che se la madrevite è molto aperta, il guancialetto

piatte e rotondate
quale non importa
ad un artefice che
sicuro di esserne
bondanza e perfe
per altro che gli
troppo minuzios
rino questo per
si vede notato.
poco i guan
mente adot
che si può
rezza, sicc
cordo. Se
un guan
rappres
fig. 21,
ne la
a farsi
taglia
re
di
pie
si
m
d
(
,

egli angoli
alcuni milli-
si ha un
quale si ter-

questa scanalatura se
un miglior servizio
ed altresì nella
per l'adatta-
Per non aver più
ne è duo-
loro fabbrica-
apertura di sfog
opposta a quello
venesi segnato in
in tal guisa
nella maniera
le pressione
Il
si ve le
l'ultimo
suoi lare di
to, perchè
ci premen-
guancialetto
più unifor-
poggiare
vite sul
caso non
punto
solutorio,
intermedio
centro ma
incavo *f*

un grande
scanala-
pezzo e
ne nel-
Tavo-
fara
abbisogna
la ed
spettiva
il pez-

sione: in tal caso sono inutili i guancialetti per trasmettere la pressione, poichè la madrevite ne fa le veci. Non diremo più oltre sui guancialetti conduttori, dei quali avremo occasione di parlare più innanzi trattando delle madreviti di lamierino. Crediamo inutile parimenti dare la sezione dei guancialetti a linguelle, imperciocchè risulta necessariamente quella della parte non ombreggiata della fig. 23 della Tavola LXII delle *Arti meccaniche*.

Madreviti doppie a piastra. La difficoltà che si trova nel fare le scanalature delle madreviti precedentemente descritte, e nell' adattarvi esattamente i guancialetti a linguella, indussero a fare alcuni tentativi per risparmiare all' operaio le cure che esige la buona fabbricazione di esse. Questi tentativi produssero una serie di madreviti diverse più o meno lavorate ed eleganti, fra le quali ci basterà scegliere un esempio per farne conoscere lo scopo. Le fig. 3, 4 e 5 della Tav. LXIII delle *Arti meccaniche*, ci serviranno a far conoscere la loro fabbricazione, le spiegazioni date precedentemente dispensandoci dall'entrare in più minuti particolari. La fig. 3 rappresenta la madrevite a piastra veduta al di sopra; le varie parti del fusto avendo molta analogia con le stesse parti delle madreviti a scanalatura, ci limiteremo a notare le differenze; *a* è una piastra che entra in iscanalature a coda di rondine, ed è forata nel centro con un'apertura molto più grande del foro della madrevite; *b* è una vite di pressione terminata da un semplice anello, come nella figura, od anche talvolta con una spranga di traverso che forma una specie di T. La fig. 4 mostra una sezione longitudinale e verticale di questa medesima madrevite secondo la linea punteggiata *a b*; *a* è la sezione della piastra che tiene fermi i guancialetti, e vi si osservano le due augnature che si impegnano nelle scanalature od incastri fatti nel fusto; *b* mostra la sezione della vite di pressione e del suo anello. È da notarsi la sezione dei due guancialetti, cogli intagli di sfogo inclinati al di sopra e al di sotto. Finalmente la fig. 5 mostra una sezione verticale e trasversale della madrevite, dietro la linea punteggiata *c d*; *a* è la sezione della piastra; *b* la sezione del telaio del fusto; *c* uno dei guancialetti veduto dal lato dei solchi. È da notarsi in questa fig. 5 la maniera come i guancialetti sono posti nel telaio senza augnatura nè scanalatura, ma con i due lati inclinati. Dopo averli limati, dietro a questa inclinazione, mettonsi nel telaio, e loro si toglie tutto quello che eccede la grossezza della madrevite. In tal guisa sono tenuti fermi dalla piastra *a* che si fa scorrere a forza nelle sue scanalature. Queste madreviti sono facili a farsi e prestano buonissimo servigio. Si lavorano senza fatica e, per dir così, ad occhi chiusi mediante la morsa piegata, col mezzo della quale si può dare invariabilmente la stessa inclinazione al telaio ed ai lati dei guancialetti senza cessare di limare orizzontalmente.

Un' altra madrevite a piastre vedesi disegnata nella fig. 6, e poche parole ci basteranno a farla comprendere; *aa* sono le braccia o leve; *bb* le madri delle viti di pressione *cc*; *d*, *e* piastre che tengono al posto i guancialetti, e sono fissate sul fusto della madrevite, con tre viti a testa fessa come in *d*, se la piastra è semplicemente sovrapposta, o con una sola vite come in *e*, se la piastra è incassata in una scanalatura a coda di rondine. Le parti *a* e *b* sono di un solo pezzo. Nel mezzo della madrevite avvi un telaio che contiene i guancialetti, il quale non ha nè augnature, nè scanalature, nè lati inclinati; i guancialetti sono ugualmente limati diritti su tutte le loro facce, e tenuti fermi al di sotto e al di sopra dal sopravvanzo delle due piastre indicato dalle due linee punteggiate *ii*.

Quando non si vuole che le piastre risaltino al di sopra e al di sotto dei guancialetti, si lascia in questi una linguella e si fa che le piastre entrino negli incavi che si trovano da ciascun lato di questa linguella. Ecco quali sono i vantaggi di questa madrevite: il punto intorno al quale si gira è sempre nel centro; le leve sono indipendenti dalle viti di pressione che non corrono il pericolo di allentarsi fuori di tempo; la madrevite è di forma regolare e facile a maneggiarsi. Malgrado ciò è meno diffusa della madrevite a scanalature per essere un poco più pesante, e perciò che la costruzione di essa esige ancora molta diligenza.

All'oggetto di evitare la continua pressione contro le viti che tende di continuo ad allentarle, e per fare una pressione regolare sui guancialetti senza bisogno di alcun pezzo intermedio, un meccanico veneziano di nostra conoscenza variò alquanto la forma delle madreviti a quel modo che indica la fig. 7, e siccome la pratica di molti anni comprovò il buon effetto di questa maniera di costruzione, così crediamo utile di farla conoscere ai nostri lettori. Componesi dessa di un telaio rettangolare *a*, i cui due lati più lunghi sono scanalati, uno dei lati più corti *b* essendo inclinato, come vedesi nella figura. Le impugnature *c* sono stabilmente fissate su questo telaio. Vi si introducono come al solito i guancialetti *dd*, la cui sezione vedesi nella parte non ombreggiata della fig. 8, la parte ombreggiata della quale mostra la sezione del telaio. Verso un'estremità tiene questo nella sua grossezza due fessure longitudinali in cui scorre liberamente una chiavetta *e*, un lato della quale è ad angolo retto col telaio, l'altro inclinato dietro lo stesso angolo del lato *b* di questo telaio medesimo. Al di sopra del telaio stesso sorge ad angolo retto un'aletta *f* con un foro lavorato a madrevite. Alla testa della chiavetta *e* avvi un'altra ala verticale *g*, con un foro in cui passa liberamente la vite *h*. Compresosi tutto ciò, è chiaro che invitando la vite *h* sull'ala *f*, mano a mano che questa si gira la chiavetta *e* avanza nel telaio *a*, e scorrendo lungo il piano inclinato *b*, preme l'un contro l'altro i guancialetti *d d*. Si vede che la pressione si fa regolarmente su tutta la larghezza di questi, e sempre in direzione paralella, e che la pressione contro la vite è piccolissima attesa la poca inclinazione del piano *b*.

Invece che due soli guancialetti talvolta se ne fecero tre, e per dare una idea anche di questa disposizione, copiossi nelle figure 9 e 10 il disegno della madrevite di Whitworth. La fig. 9 ne mostra la sezione, fatta dietro la linea 7 e 8 della fig. 10. La parte centrale di questa madrevite tiene i tre guancialetti *c*, adattati con molta cura in iscanalature fatte nella grossezza del metallo. Avvi pure nel fusto di questa madrevite un cerchio di ferro *f* dentato in parte alla circonferenza, e nell'interno vi sono tre scanalature eccentriche *i*, per guisa che facendo girare questo circolo si obbligano tutti e tre i guancialetti in pari tempo a riavvicinarsi. Una vite tangente *g* la cui testa rotonda può facilmente girarsi a mano, è posta anch'essa nella grossezza della madrevite, ed ingrana con la parte dentata del circolo per farlo avanzare della quantità che si reputa necessaria. Questa vite è trattenuta da una cavicchia che si impegna in una scanalatura fattasi sull'asta di essa. Una piastra rotonda di ferro G copre il tutto e lo tien fermo sulla madrevite cui è anch'essa attaccata con viti. Quando vogliansi levare i guancialetti per affilarli o mutarli non fa bisogno di smontarla, bastando scacciarli per la cima mediante una cavicchia che si introduce in un foro fatto a tal fine nella madrevite sul prolungamento medesimo di questi guancialetti, i quali possono uscire pel

centro tanto più facilmente che in faccia ad ognuno di essi lasciaronsi incavi *i* per dar loro il passaggio necessario. I bracci di ferro II sui quali si preme, sono esattamente gli stessi come nelle madreviti comuni, le loro dimensioni avendo ad essere proporzionate, come è naturale, alla forza stessa dell' utensile, e per conseguenza a quella delle viti da farsi. Il solo inconveniente forse che si possa rimproverare a questo sistema è che pei piccoli diametri esige molta attenzione negli operai, perchè avendosi con la vite tangente troppa forza, si può strignere di soverchio i guancialetti e guastarli prontamente; occorre perciò maggior cura nel servirsi di questa madrevite che di quelle comuni; ma in allora si può trarne molto vantaggio. Giova altresì in questa specie di madreviti dare ai guancialetti grande larghezza nel senso dell' asse, affinchè i pani della vite riescano ben regolari ed uguali in tutta la lunghezza di essa.

Madreviti doppie di lamierino. Questa specie di madreviti vennero proposte troppo recentemente per potere addurre in loro favore la decisione dell' esperienza; ma sono talmente facili ad eseguirsi da ridurre notabilmente il prezzo di questo importante utensile, prezzo che è sempre assai alto, malgrado gli sforzi fattisi nella fabbricazione in grande per diminuirlo. Il costo di queste madreviti risulterebbe sì tenue da non esservi meschino magnano che non fosse al caso di farne l' acquisto. Considerando il nuovo modo di costruzione sotto questo aspetto soltanto basterebbe a meritarsi l' attenzione generale: ma tiene di più il vantaggio della leggerezza e di una grande facilità di servirsene. La madrevite di lamierino non avendo che la grossezza strettamente necessaria per tenere solidamente i guancialetti, può lavorare a vite fino sulle impostature e passare in alcuni luoghi ove non potrebbero entrare le madreviti più grosse. Se poi si consideri che presentandosi in coltello alla forza della spinta offrono maggior resistenza nel senso appunto in cui questa torna più utile si conoscerà doversi preferire alle altre, che attesa la forma rotonda delle loro braccia non hanno che una forza minore nel senso della resistenza, e ne hanno una superflua nel senso della pressione verticale di cui mai non occorre il bisogno, e che anzi deesi evitar di impiegare, tenendo sempre la madrevite in situazione orizzontale perfettamente.

Si può cominciare la costruzione di questa madrevite dai guancialetti, sempre che si abbia certezza di procurarsi in appresso lamierino della grossezza voluta; in caso diverso deesi cominciare dal provvedere il lamierino e spianarlo, ad oggetto di avere esattamente la sua grossezza. Disegnasi su questo lamierino la forma che si vuol dare alla madrevite, e dopo averlo bene spianato battendolo col martello si drizza uno de' suoi orli, potendosi allora cominciare a fare i guancialetti. La fig. 11 e quella 15 rappresentano due di queste madreviti vedute al disopra ed al disotto, e la fig. 12 mostra una di queste madreviti veduta nel senso di sua grossezza. Per fare i guancialetti tagliansi da una spranga di acciaio, varii pezzi in forma di paralellopipedi rettangolari più o meno allungati sulla cui cima, mediante una lima da feudere, si fa una scanalatura che vedesi in *a b* della fig. 14 che rappresenta uno di questi guancialetti veduto in testa. Se si vuol lasciare un dente all' intaccatura che lascia entrare i guancialetti come si disse in addietro (pag. 94) si fa con la lima un solco che si incrocia con la prima scanalatura. Fatta la scanalatura *a b* si verifica se è larga esattamente quanto è la grossezza del lamierino che le si presenta, dovendo quando è ben di calibro tenere il lamierino sospeso per aderenza. Si fa poi la

scanalatura dall'altra parte, guidandosi sempre dietro la grossezza del lamierino che dee servire di fusto alla madrevite, e non vi è altro da fare ai guancialetti per adattarli al fusto. Se si fosse fatta la scanalatura troppo larga vi si ripara dando uno o due colpi di martello sulla cima del guancialetto, riconducendosi così la scanalatura alla larghezza voluta. Rendonsi questi guancialetti di più bella forma rotondando i loro angoli al disopra ed al disotto, a quel modo che vedesi nella fig. 13 che mostra uno di questi guancialetti in prospettiva.

Fattisi tutti i guancialetti a solchi, si lavora il guancialetto conduttore e la vite di pressione, simili a quello rappresentato in prospettiva nella fig. 2, eccettochè quello è a linguella, e questi invece hanno ad essere a scanalatura, come indicano le figure 13 e 14. Gioverà non limare a principio questi guancialetti all' esterno, ma prima forarli e lavorarli a vite ; quindi si faranno le scanalature, avvertendo che sieno parallelle all' asse del foro ; si metterà quindi il guancialetto al suo posto, ed allora limandole esternamente si potrà riparare l'errore che si fosse commesso non facendo il foro ben diritto. Nelle piccole madreviti sarà utile fare il guancialetto e la vite di pressione di acciaio, od anche farli rinvenire azzurri. Nelle madreviti medie questi pezzi' si possono fare di ferro cementato in fascio, e per le grandi madreviti di ferro semplicemente.

Fattisi i guancialetti, i conduttori e le viti di pressione, si penserà al fusto della madrevite. Per le madreviti mediocri si potrà dar loro una forma analoga a quella della fig. 1, ma facendo i lati più larghi. Per le grandi madreviti si adotterà quella forma che si stimerà meglio opportuna, facendo le leve con ispranghe di ferro rimesse. Le piccole madreviti potranno farsi elicoidi od anche circolari semplicemente, come quelle disegnate nelle figure 11, 12 e 15. Questa forma ha il vantaggio che si ha sempre in mano la leva nel girarla, e che è assai facile tenere il disco esattamente orizzontale. Per fare questo disco *a* (figure 11 e 12) si prenderà lamierino di acciaio, grosso circa un millimetro, il quale potrà rotondarsi sul tornio, servendosi di due fori ovali *b c* per fissarlo con viti sopra una spina comune. Se si vuole valersi di questo disco medesimo quale segnatoio per fare le scanalature dei guancialetti si addentellerà il suo orlo appunto con un segnatoio, affondandone i solchi con una lima a triangolo. Sarà utile altresì mentre questo disco è sul tornio segnarne il centro, e con un circolo leggero indicare i limiti dello spazio occupato dai guancialetti, affinchè tutto sia fatto con la maggior esattezza possibile. Tornitosi il disco vi si fa con la lima l' incavo, e la fig. 15 che presenta una parte del fusto, può servire di guida a tal fine. Avendo a fare molte di queste madreviti, sarebbe possibile con maggiore sollecitudine fare l' incavo col mezzo di un solo colpo col bilanciere. (V. STAMPA). Come rilevasi dalla fig. 12, i guancialetti risaltano al disopra e al disotto del fusto della madrevite, ed è questo fusto che entra nei guancialetti, mentre invece nelle madreviti comuni sono i guancialetti che entrano nel fusto. Se si temesse per la poca grossezza del disco che la vite di pressione non avesse sufficiente punto di appoggio, potrebbe lasciarsi nell' incavo circolare destinato a ricevere la testa di questa vite un dente *a* (fig. 15), e fare sulla testa della vite un piccolo foro destinato a ricevere questo dente ; in tal guisa si avrebbe la certezza che la vite di pressione non potrebbe mai essere spinta al disopra o al disotto come potrebbe avvenire se il contatto della cima della testa di questa vite, non si facesse che contro la grossezza del lamierino.

La estrema semplicità di questa madrevite ci dispensa dall' entrare in maggiori spiegazioni, potendo a quanto crediamo, le figure supplire alla brevità della nostra descrizione. Non ci rimane che annoverare i vantaggi annessi all' uso di questa specie di madrevite.

Può, come dicemmo, lavorare le aste a vite fino all' impostatura; è leggera, di prezzo modico e facilissimo a fabbricarsi; può essere posta sul tornio e fissarvisi, mediante i fori ovali *b c* (fig. 11) e le sue viti di pressione. Si può condurre nel centro di rotazione lo spazio fra i guancialetti, vantaggio maggiore che nol si pensi, poichè rende possibile di fare le viti approfittandosi del moto alternativo del tornio. Avendo a lavorare viti molto lunghe vi si potrebbe riuscire, mediante un asse cavo e guancialetti analoghi, dovendo il tornio in tal caso venire mosso da una ruota; finalmente ponendo la madrevite dietro all'asse, diverrebbe una guida universale atta a servire di madre per produrre sul dinanzi, col mezzo di pettini, ogni sorta di madreviti o di viti. Basterebbe a tal fine un' asta di ottone o di ferro tenuta immobile dietro al tornio; mentre i guancialetti della madrevite abbraccerebbero questa asta e la solcherebbero, l' asse del tornio riceverebbe un moto ad elice proporzionato al passo dei pani che sono nei guancialetti.

In generale non si è d' accordo sulla quistione di sapere se i guancialetti abbiano ad essere esattamente adattati nel telaio della madrevite; il maggior numero degli artefici credono di sì; ma alcuni preferiscono che vi si possano muovere alcun poco, adducendo in appoggio della loro opinione che in questo caso si adattano meglio ai vari diametri dei cilindri da lavorarsi a vite. Sarebbe in vero difficile pronunziare giudizio fra questi così diversi pareri; ma ad ogni modo si può dedurne la conclusione che quando pure i guancialetti non si adattino esattamente nel telaio, questo difetto non reca gravi inconvenienti; e di fatto vediamo tutto il giorno farsi buonissime viti con vecchie madreviti, i guancialetti delle quali più non combaciano esattamente nel telaio.

Le viti a pani quadrati, quando non si tratti di cilindri troppo grandi, possono farsi con la madrevite doppia; la principale difficoltà consiste nel fare i guancialetti, i Maschi per questi pani dovendo avere una forma particolare che descriveremo a quella parola. È molto difficile fare viti coniche a pani quadrati; tuttavia con qualche diligenza si giugne ad agevolare l' ingresso dei maschii fatti con la madrevite; ma il loro effetto non è mai molto buono.

La Società d' incoraggiamento di Parigi aveva talmente compresa l' importanza di avere per le officine buoni metodi, semplici, e poco costosi per fare le viti, tagliando il metallo senza comprimerlo, che fino dal 1836 aveva proposto due premii, ciascuno di 1000 franchi, per lo scioglimento di quistioni relative agli utensili atti a far le veci delle madreviti e dei maschi comuni. Nel 1837 Rouffet, meccanico di Parigi, aveva sciolto in parte il problema, ed ottenne perciò una medaglia di argento. Waldeck ottenne il premio per un sistema di madreviti a telaio e guancialetti, con la unione di coltelli o bulini che taglino il metallo. Questo utensile che può applicarsi ai pani quadrati e triangolari, come pure alle madreviti comuni e già logorate, venne descritto nel T. XXXVII del Bullettino della Società. In appresso nel 1840 lo stesso Waldeck ebbe un secondo premio per un sistema di maschio a diametro variabile, che venne pubblicato nel T. XXXIX. Nel 1838 Houet propose una madrevite a quattro guancialetti i quali pel loro offizio si riducono a tre, due dei quali muovonsi paralelli, in guisa da presentare a

381581

contatto col metallo lo spigolo di ciascuno di essi o l' equivalente del pettine da solcare. Nella esposizione della industria francese del 1839 videsi pure due sistemi di madreviti che avevano per iscopo di tagliare il metallo. L' una componevasi di tre guancialetti, due dei quali metallici, opposti ad un terzo, che dovendo servire semplicemente di conduttore, poteva essere anche di legno. L'altra composta di 4 guancialetti molto stretti, opposti diametralmente, e chiusi in un cerchio con iscanalature eccentriche, il quale girando faceva riavvicinare i 4 guancialetti, alla stessa guisa della madrevite che vedesi descritta a pagina 96. Finalmente, nel 1839 Lamoriniere presentò un MASCHIO (V. questa parola) ad espansione, che aveva lo scopo: 1.° di risparmiare l' uso delle serie di maschii necessarie alla fabbricazione delle madreviti; 2.° di tagliare il metallo per evitare che si rompessero i maschii quando la massa da spostarsi da essi fosse troppo grande; 3.° di lavorare a vite la ghisa che per la sua fragilità non si presta allo spostamento delle molecole che lo compongono; 4.° di dare facilmente ad ognuna delle parti operative la facoltà di aguzzarsi quando sieno smusse o sdentate.

Tutti però questi utensili erano destinati ad essere posti fra le mani degli operai, e non erano ancora stati applicati a macchine che operassero con azione continuata, e per le officine di costruzione che lavorano con un motore generale, è cosa essenziale di fare il maggior numero possibile di utensili in tal guisa che possano essere fatti agire da questo, limitando l' uso delle braccia dell' uomo ed approfittandosi piuttosto della di lui intelligenza che della sua fatica materiale. Un operaio che sappia ben condurre una macchina è in fatto certamente più utile di quello che faccia lo stesso lavoro con le sue mani, attesochè il primo lavorerà meglio e più presto, con fatica molto minore. Trattandosi di lavorare a vite chiavarde del diametro di 3 a 5 centimetri con madreviti a mano comuni, appena basteranno due uomini e con molta loro fatica; e quantunque un solo uomo giunga a fare la stessa operazione con una madrevite a guancialetti taglienti, pure farà ancora molta fatica, mentre invece con una macchina questo stesso non avrebbe che a dirigere il lavoro, verificare il taglio dei guancialetti ed affilarli di quando in quando essendo tenuta più in esercizio la di lui intelligenza, e potendo occuparsi la sua mente restando il corpo in riposo. A misura perciò che l' industria si avanza vedesi in generale moltiplicarsi ogni specie di macchine e di utensili, e perciò crediamo utile descrivere la madrevite meccanica di Decoster, che è una ottima applicazione della madrevite a tre guancialetti disposta per tagliare il metallo senza comprimerlo. Siccome la costruzione del meccanismo è semplice e poco dispendiosa, così crediamo che l' uso se ne diffonderà ben presto nelle officine. Senza complicare il meccanismo, il Decoster seppe renderlo atto a fare viti di piccolo diametro od assai grosse, combinandolo in maniera da farlo camminare più o meno lentamente secondo le dimensioni. Nel primo caso il moto trasmettesi direttamente all' asse principale mediante pulegge che lo fanno girare ora a destra ed ora a sinistra; nel secondo con ingranaggi che lo conducono, le puleggie su quest' asse divenendo allora folli, cioè girando da sè. La figura 1 della Tav. LXVI delle *Arti meccaniche* rappresenta in alzata longitudinale una sezione verticale che passa pegli assi eccettochè la madrevite a guancialetti è tagliata dietro la linea spezzata 1, 2, 3 e 4; la fig. 2 è una sezione trasversale fatta sulla linea 5 e 6, e veduta dal lato del movimento.

Il sostegno di questa macchina è di ghisa, composto di due telai a costole A che fissansi in terra e sono legati da una traversa o calastrello di ghisa B, e di più dalle spranghe orizzontali e parallele D che servono anch' esse di sostegno ai guancialetti degli assi ed alla madrevite a guancialetti. Questa disposizione è semplice solida, e permette all' operaio di avvicinarsi quanto occorre alla macchina. Decoster avendo riconosciuto che l'altezza più conveniente per mettere a portata degli operaî le macchine utensili, doveva essere di circa un metro partendo dal suolo fino al centro dell' organo operatore, il sostegno di questa macchina si è calcolato su tale altezza, che non potè essere esattamente rappresentata nella figura. L' asse principale J che dee comunicare un moto rotatorio alla vite od alla chiavarda da lavorarsi, è sostenuto verso le cime in guancialetti di bronzo *a*, uno dei quali è posto nel mezzo della traversa E fusa col sostegno generale, l' altro nel sostegno di ghisa E' che si unisce con le due spranghe orizzontali. Alla cima di questo asse si pone un pezzo di ferro battuto J, che serve a porlo in centro ed in pari tempo a contenere una specie di guancialetto angolare J, per fermarvi mediante una vite di pressione *k* la testa della chiavarda che si dee solcare; cangiasi questo guancialetto secondo la grossezza e la forma della testa della chiavarda, e mettesi in centro l'asta di essa mediante la vite di richiamo *k'*.

La madrevite ha molta analogia con le nuove madreviti, a guancialetti taglienti e da usarsi a mano, come quella che abbiamo descritta e rappresentata nelle fig. 9 e 10 della Tav. LXIII. Componesi di una larga piastra di ghisa *f*, le cui cime sono dirizzate e adattate sulle spranghe, potendo scorrere su di queste facilmente e senza treballarvi per allontanarsi una dall' altra secondo la lunghezza dell' asta da lavorarsi *e*. Il centro di questa piastra è forato, e la sua faccia anteriore venne dirizzata dapprima accuratamente per ricevere una corona dentata *f* che vi rimane sempre applicata contro, mediante un disco di ferro tornito G. Questa corona è incavata nel suo interno con pezzi circolari, ma eccentrici relativamente al centro della madrevite; si può farla girare sopra sè stessa, mediante un rocchetto *g* che ingrana con la sua dentatura esterna, e la cui ghiera, posta liberamente sopra un piuolo *h* fissato nell' ala di ghisa fusa insieme alla piastra, tiene una grande leva *h* che basta abbassare od innalzare al bisogno.

Nell'interno della corona fra il disco e la piastra sono posti tre guancialetti di accio *c*, lavorati a vite da un capo e che si appoggiano con l' altro contro la parete dei pezzi eccentrici: da questa disposizione risulta che girando la corona di una certa quantità, i pezzi eccentrici rispingono tutti e tre i guancialetti ad un tempo, facendo che riavvicininsi al centro. In conseguenza, quando siasi avuto la cura di fare questi guancialetti di ugual lunghezza e di lavorarli a vite dopo adattati sul fusto, rimarranno sempre a distanze uguali dal centro, qualunque siasi del resto la posizione della corona dentata. Siccome i guancialetti sono dapprima incavati da ciascun lato nella cima lavorata a vite, ed inoltre incavati ivi sulla metà di loro lunghezza, è chiaro che presentano alla materia da tagliarsi spigoli vivi e taglienti. Il metallo è quindi levato senza difficoltà in ritagli, che escono a misura che l'asta gira sopra sè stessa, non essendovi compressione sensibile, e potendosi stabilire con sicurezza anticipatamente il diametro della chiavarda o vite che vuolsi ottenere, lo che non può aver luogo co guancialetti comuni. Questa diversa dispo-

contatto col
di essi o l'
care. Nella
cese del
di madrev
tagliare il
tre guan
opposti
sempli
anche
cialet
ment
ture
riav
gui
ta
La
qu
s
i
(

mossi allora tosto
nell' altra pu-
nel senso oppo-
camminano retroce-
agano alla estremità
aste da lavorarsi a
diametro maggiore di 4
che questa ope-
ne troppo gran-
la forza e dimi-
velocità di rota-
non si riscaldi-
La macchina venne
sfilature con faci-
producendo mol-
necessario.
alla puleggia L
ta M con la
N fissato sopra
al primo
guancialetti
parte inferiore
Sullo stesso
M affatto simile
un rocchet-
piena di ghisa
resa libera
si leva la chia-

facile vedere
per esempio,
K è im-
il rocchello
fissata: quindi
osse ed il
ta M che
fissata e che
molto minore
Avviene lo
impegnato con
essa il
precedente.
servire
allora alla

madrevite F e suoi guancialetti un sostegno in cui si adattano le madreviti da solcarsi, e sostituendo un maschio temperato invece della chiavarda. Il prezzo di questa macchina, molto inferiore a quello di parecchie macchine inglesi per lo stesso oggetto, è di 1000 a 1200 franchi, e può essere condotta con facilità da un uomo, senza altra cura che di cangiare a tempo debito la direzione del moto e di affilare i guancialetti. I vantaggi di questa macchina si possono riassumere come segue: 1.° opera più prontamente delle altre, non esigendo un sì gran numero di passaggi; 2.° richiede minor forza motrice; 3.° può lavorare le viti più grosse; 4.° richiede un minore numero di guancialetti delle altre potendovisi lavorare varie grossezze di viti; 5.° non comprimendo la materia non aumenta il diametro, dando quindi la sicurezza della dimensione che si vuol ottenere.

Per far entrare una vite tenuta di contro a sè in posizione verticale se la fa girare da destra a sinistra, e si gira in senso opposto volendo levarla; tale si è l' ordinaria inclinazione che si dà all' elice dei pani. Vi sono però alcuni casi, rari bensì, ma inevitabili, nei quali conviene che la vite abbia un contrario andamento, vale a dire, che entri quando girasi da sinistra a destra e che si sviti girando da destra a sinistra. Questo effetto non può ottenersi che mediante un maschio fatto appositamente; ma non ha guari si è trovata la maniera di cangiare un maschio a destra in un maschio a sinistra, e viceversa, e dobbiamo riferire questo mezzo ingegnosissimo, il quale in molti casi può tornare di grande utilità. Nella fig. 3 della Tav. LXVI delle *Arti meccaniche*, sieno *a a* i due lati di una madrevite doppia, e si adattino nelle scanalature i guancialetti di rame *b*, *c*: nel guancialetto *b*, di doppia lunghezza di quello *c*, facciasi un foro *d* del calibro del maschio *e* che vuolsi mutare in un maschio inclinato in senso opposto, e si facciano in questo foro solchi a vite con un maschio a 4 pani, avendo cura che i solchi abbiano tutta la dovuta profondità. Fatta così questa madrevite levasi il maschio *e*, limasi il guancialetto *b*, a semicircolo, come suol praticarsi pei guancialetti comuni, facendo in guisa che l' incavo scopra tutta la profondità dei solchi dalla madrevite in *b*, e che uno degli angoli del maschio quadrato *e*, rimesso al suo posto, si trovi in tal guisa sagliente nell' incavo *f*. Messo al suo posto questo maschio e fissatovelo mediante la cavicchia *h*, od in qualsiasi altro modo, si farà il guancialetto *c*, pure di rame, dandogli la forma ordinaria indicata del resto nella figura. Prese queste disposizioni si tornirà un cilindro d' acciaio di calibro col foro *f*, se lo farà passare in questo foro serrando la vite *g*, a misura che i solchi si andranno formando. Non è inutile il dire che si dovrà girare a sinistra, se cangiasi il passo a destra in un passo a sinistra, o viceversa. È duopo presentare la madrevite ben diritta, ed aver cura di conservarla perfettamente orizzontale infino a che i solchi sieno profondati abbastanza per dispensare da rigorosa attenzione su di ciò.

Alla parola MASCHIO, si troveranno molte utili nozioni che avrebbero anche qui potuto essere al loro posto, imperocchè la madrevite ed il maschio sono sì strettamente legati insieme che è difficile parlarne separatamente, e ci siamo determinati a farlo soltanto a cagione della smisurata lunghezza che sarebbesi dovuto dare a questo articolo, il quale forse sembrerà tuttavia lungo soverchiamente a quelli che non hanno una idea della importanza che tengono le viti in tutte le costruzioni meccaniche. Per compiere le notizie su tale argomento, si dovrà consultare altresì l'articolo VITE.

Madreviti a legno. Si dà questo nome allo strumento, col quale si fanno le viti di legno di diametro piccolo e medio. La fabbricazione di queste madri forma l'oggetto di un' industria affatto speciale esercitata da operai particolari. La madrevite a legno comperasi quasi sempre già fatta, imperciocchè, per essere eseguita a dovere esige molte cure, ed una pratica che tutti non possono avere. Volendo trattare a fondo questo importante ramo d'industria converrebbe estendersi troppo a lungo, nè si potrebbe che ripetere quanto scrisse Valicourt di Amiens in un' opera stampata a Rouen nel 1835. Non riuscendo tuttavia facile procurarsi questa opera, ed essendo l'argomento di molto interesse alle arti crediamo dover dire non solo in qual guisa si fabbrichino questi strumenti, ma altresì passare rapidamente in rivista i varii metodi impiegati, a fine di porre i fabbricatori sulla via dei miglioramenti che attende ancora questa parte delle arti.

L' insieme dell' apparato che serve a fare le viti, componesi, come nelle altre madreviti di due parti, cioè il maschio e la madrevite. Il maschio della madrevite a legno è di forme assai più varie di quello destinato a fare madreviti di metallo. Rimandiamo alla parola MASCHIO per esporre gli importanti miglioramenti che lo riguardano, non avendo qui ad occuparci che della madrevite soltanto. Le madreviti a legno vendonsi nel commercio ad un tanto alla linea, dietro una tariffa che è soggetta a variare; ma quelle al disotto di sei linee non vanno soggette a tariffa, ma hanno un prezzo fisso. Le fig. 4 e 5 della Tav. LXVI delle *Arti meccaniche* rappresentano questo utensile nel suo insieme senza il maschio. La fig. 4 è la madrevite vista al disopra e la fig. 5 è la stessa veduta sulla sua grossezza. È fatta di legno duro; *a* è il fusto della madrevite con le sue due braccia o leve tornite; *b* la piastra che la copre; *c* il foro conduttore fatto nel mezzo di questa piastra; *d* l' apertura per lo sgorgo dei trucioli; *e* vite o cavicchia che fissa la piastra al fusto della madrevite; *f* pezzo di legno rotondato grossolanamente e lavorato a vite; *g* una parte di questo legno che essendo passata per la madrevite è già solcata. L' effetto di questa madrevite riesce incomprensibile per chi non l' abbia aperta giammai, attesochè non vedesi apparire all' esterno alcuna parte tagliente. A misura che girasi il legno nel foro *c* vedesi uscire il truciolo triangolare per l' apertura di sfogo *d*, e ben presto dopo vedesi uscire al disotto la vite compiuta; ma è impossibile sapere come avvenga questa trasformazione. Aprendo però la madrevite, è facile comprendere in qual guisa essa opera, e come si debba regolarsi volendo farne una simile. La fig. 6 rappresenta il fusto della madrevite veduto in iscala più grande, e supponendo levata la piastra che lo ricopre; le stesse lettere indicano qui le stesse parti che nelle figure 4 e 5; *h* è il circolo esterno della madrevite, ed *i* il circolo interno; lo spazio compreso fra questi due circoli è la grossezza dei pani, cioè la profondità del solco che li divide; *j* è il ferro della madrevite, detto anche U o V, e rappresentato a parte più in grande in profilo nella figura 7, ed all' interno dal lato della scanalatura angolare nella fig. 8; *k* è una specie di chiodo con la testa piegata a squadra per tenere fermo il ferro, ed *l* è una vite a capocchia assai larga destinata allo stesso scopo; *m* sono piccole biette di ferro poste dietro al pezzo *j* destinate a mantenerlo sempre di uguale lunghezza quando si raccorcia aguzzandolo; perciò non mettonsi dapprincipio: *n* è il truciolo levato dal ferro *j*, e che esce per l' apertura di sfogo *p d*.

sentisi nella
è il col-
l che
...

pietra, dopo averlo temperato e fatto rinvenire azzurro.

Preparatosi il V deesi pensare a collocarlo. Dopo avere drizzato e ridotto alla
...nveniente grossezza il fusto *a* (fig. 6)
...ansi le due linee punteggiate *c c*, *p p*
...contrino ad angolo retto, ed è nel
...i si tagliano queste due linee che
...ta di mezzo d' una saetta da
...unte, con la quale si farà il
...nato dal circolo *i*. Que-
...ro di calibro col pie-
... col diametro di esso
...i solchi. Introducendo il
...uesto foro lo ridurrà a ma-
... il maggior circolo *h* indica la
...ndità dei solchi di questa madrevite,
... dee essere viva e regolarmente solcata.
Restando le linee *c p* nella parte non le-
...vata dal foro, deesi porre sopra una di
...parte fon-
... prima, sicco-
...l base alle opera-
queste linee l' angolo inferiore delle augnature *f'''* (fig. 7).

Segnatosi così il luogo del V in un punto qualsiasi della circonferenza, purchè sussista la stessa relazione, si scaverà il solco in cui dee annicchiarsi a forza. Questo solco si scava tanto profondo che il ferro vi resti interamente sepolto, evitando di affondarlo di troppo, avvertendo di fare in modo che giunga esattamente a livello di uno dei pani della madrevite; se per tale motivo si dovesse fare l'incavo più profondo della grossezza del ferro, converrebbe poi levare con la pialla del legno dal disopra della madrevite, per ridurre così il solco alla profondità dovuta. Fattosi questo solco, vi si colloca il ferro e introducesi il maschio nella madrevite per assicurarsi che sia ben collocato: se non isporgesse abbastanza, mettonsi dietro ad esso una o due biette *m*; quindi se lo fissa mediante un uncino *k*, che si vede a parte nella fig. 9, o con una vite a capocchia grande e rotonda *l*, o finalmente con tutti due questi mezzi ad un tratto, come nella fig. 6.

...ranga si è squadrata e ta-
... grossezza voluta, se la riduce
... ...ate od a tre facce sopra una parte
... ...a lunghezza, facendovi due augnature
simili a quella che vedesi in *j* (fig. 6).
Queste augnature non si hanno a fare a caso, ma avendo il maschio sotto occhio, regolandone la inclinazione per guisa che l' angolo da esse formato debba esattamente riempire uno dei solchi del maschio, potendo avere alcuni gradi di più dell' angolo di quel solco, ma non meno giammai. Allorchè si è fatta questa parte triangolare, che si vede ombreggiata nelle fig. 6 e 7, si fa l' altra augnatura *f''* alla cima, quindi si volge la spranga, e con una lima a triangolo vi si fa il solco angolare *f* (fig. 8). Non accostumasi farlo tagliente fin da principio, giovando meglio lasciarvi l' orlo alquanto grosso che si rende tagliente in appresso, affilandolo sulla

Perchè il risalto della testa delle viti o del bracciuolo dell' uncino non sieno di ostacolo all' adattamento della piastra o coperchio *b*, si fanno in questa incavi corrispondenti. Allora mettesi in opera questa piastra che poggiando sul V contribuisce a tenerlo fermo.

Si possono mettere varii ferri sopra la stessa madrevite, e ciò si fa eziandio per quelle che hanno a fare viti molto grosse. In tal caso si mette il secondo ferro a quel modo che si è indicato con le linee punteggiate *r r* nella fig. 6; se si avessero a porne 3 o 4 si metterebbero nella linea *c c*, ma per lo più se ne mette due soli. Il primo di questi ferri che morde meno del secondo è fatto in forma di sgorbia; il secondo, il cui ferro è angolare e più sagliente, è quello che termina i solchi della vite. Se si pongono tre ferri si fanno tutti tre angolari, ma in guisa che avanzino gradatamente sempre più nel foro. Il primo fa un terzo del solco, il secondo fa un altro terzo, e l' altro lo termina. Nelle grosse viti sarebbe impossibile fare il solco con un solo passaggio del ferro, essendovi troppo legno da levarsi.

Cercaronsi tuttavia mezzi di fare solchi profondi con un solo V, e talvolta vi si pervenne. In questo caso il ferro non è stabilmente fissato, ma tiene un cuneo, come il ferro di una pialla o di un incorsatoio, essendo inoltre tenuto fermo al suo posto dalla piastra o coperchio. La fig. 10 mostra l' applicazione di questo metodo. Il ferro *j* sopravanza il fusto della madrevite; collocasi nella sua scanalatura, poi se lo spigne fino a che abbia raggiunto il maggior circolo, e lo oltrepassi alcun poco; mettesi allora il cuneo *s* che cammina in una scanalatura a coda di rondine, come può vedersi nella fig. 11 che rappresenta in sezione il ferro e questo cuneo. Si incomincia la vite, essendo il ferro così disposto, poi se la leva, si spigne innanzi il ferro con un martello, come si fa per le pialle; si fa ancora passare la vite, se la leva di nuovo, cacciasi innanzi il ferro, e così di seguito, fino a che i solchi sieno scavati abbastanza. Il metodo è buono, ma non sempre si riesce ad eseguire bene questo utensile; in generale gioverà far sempre uscire il ferro un poco al disotto del pane, imperocchè tende a risalire, e lo fa sempre, malgrado la piastra che lo copre; inoltre bisogna che il cuneo tocchi bene dappertutto, poichè altrimenti il ferro retrocede senza altro, massime se si voglia levare molto legno ad un tratto: perciò queste madreviti di raro si trovano in commercio.

Ottiensi un effetto analogo mediante la vite di pressione *y* (fig. 12); in tal caso il ferro scorre in una scanalatura di stagno fusavi sopra, ed una piccola molla *x* fa retrocedere il ferro, se si allenta la vite di pressione. Sarebbe più utile e più sicuro valersi, invece della vite di pressione, di una vite di richiamo che si impegnasse in una madre adattata alla cima del ferro. In tal guisa si potrebbe far isporgere questo più o meno a volontà.

Volendo cercare di far viti di varii diametri con la stessa madrevite, si provò di tagliarla in due parti uguali dietro la linea *c c* (fig. 6), e non sappiamo se in ciò siasi riusciti; ma questo metodo, indicato nel Manuale del tornitore di Bergeron ed in varie altre opere, non venne, per quanto sappiamo, adoperato finora con buon esito. Varii altri tentativi si fecero, ma sarebbe inutile di qui esaminarli non presentando equivalente interesse, e ben si comprende che siamo anche obbligati ad omettere varie cose trattandosi di un oggetto di tanta importanza, che meritò di formare il soggetto di un' opera apposita. Queglino che amassero più estese notizie, potranno consultare l' opera di Valicourt, il Manuale

del tornitore di Bergeron, e l' arte del tornitore di Desormeaux.

(PAOLO DESORMEAUX — ARMENGAUD — G.**M.)

MADROSITÀ. Cavità delle pietre ingemmate di spato o di quarzo.

(ALBERTI.)

MAESTRA. Parlandosi d' una barba o radice di un albero, vale quella principale.

(ALBERTI.)

MAESTRA *(Vela)*. V. VELA.

MAESTRA *di fonte*. V. FILARE.

MAESTRA *(Amanti di)*. V. TRINCHETTO.

MAESTRANZA. Moltitudine di maestri che intendono ad un lavoro.

(ALBERTI.)

MAESTRO. Padrone di bottega d' alcun' arte, e per lo più è relativo a fattore.

(ALBERTI.)

MAESTRO *(Argine)*. V. ARGINE.

MAESTRO *(Muro)*. V. MURO.

MAESTRO *di stalla*. Quegli che soprintende alla stalla.

(ALBERTI.)

MAESTRO *d' ascia*. Uffiziale a bordo di una nave che ha cura del corpo della nave, alberi, verghe e simili.

(ALBERTI.)

MAESTRO *di vele*. V. VELA.

MAESTRO *(Albero)*. V. ALBERO.

MAESTRUZZA. Una di quelle funicelle che son da capo alla ragna, e servono per distenderla.

(ALBERTI.)

MAGADE, MAGADIDE. Specie di antica lira degli antichi Greci, con venti corde, disposte due a due, accordate all' unisono ovvero all' ottava.

(GIANELLI.)

MAGADE. Secondo altri era una specie di flauto a suono acuto e grave, sicchè potrebbe anche essere stato un flauto doppio.

(NOEL.)

MAGALEPPO. V. CILIEGIO.

MAGAS. Voce greca che propriamente significa il ponticello degli stromenti da corda, e fu poi allargata ad indicare uno stromento a doppie corde, ma l' una montata all' ottava dell' altra. Da questa voce venne l' altra MAGADE. (V. questa parola.)

(NOEL.)

MAGAZZINAGGIO. Parlando delle DARSENE, abbiamo veduto essere queste grandi bacini circondati da magazzini vastissimi, stabilitisi per lo più da Società per servire di grandi DEPOSITI ai negozianti. A questo ultimo articolo si è più specialmente parlato della costruzione e disposizione di questi magazzini. Sono dessi ordinariamente a varii piani, cosicchè, per esempio, sulle sponde del Tamigi si possono, con l' aiuto di macchine innalzare perpendicolarmente le più grosse balle di merci dalle barche, portandole ai varii piani e poi calarle da quelli per l' altra parte sui carri, col mezzo di piani inclinati o di gru. Molti simili magazzini più piccoli vedonsi stabiliti sulle sponde del Tamigi per conto di alcuni privati. Quello però che qui vogliamo particolarmente considerare sono i varii metodi di magazzinaggio adottati specialmente nell' Inghilterra, ed i vantaggi che ne derivano.

La Società proprietaria di una darsena o di un grande stabilimento di magazzini si incarica e rendesi responsabile di tutte le operazioni di magazzinaggio. Il negoziante non interviene che per ricevere i conti di sbarco ed un documento che prova la esistenza degli oggetti di sua appartenenza nei magazzini della società, poichè subito dopo fatto l' immagazzinaggio l' amministrazione consegna a ciascun proprietario una ricevuta *(warrant)* che indica la natura, il peso e la qualità della merce, con un numero corrispondente a quello dei varii saggi tratti da ciascuna balla, i quali il negoziante pone in commercio per

Perchè il risalto della testa delle viti o del bracciuolo dell' uncino non sieno di ostacolo all' adattamento della piastra o coperchio *b*, si fanno in questa incavi corrispondenti. Allora mettesi in opera questa piastra che poggiando sul V contribuisce a tenerlo fermo.

Si possono mettere varii ferri sopra la stessa madrevite, e ciò si fa eziandio p quelle che hanno a fare viti molto gr In tal caso si mette il secondo ferro modo che si è indicato con le lin teggiate *r r* nella fig. 6; se si aves ne 3 o 4 si metterebbero nell ma per lo più se ne mett primo di questi ferri che n secondo è fatto in fo secondo, il cui ferro gliente, è quello che vite. Se si pong tre angolari, datamente fa un te tro terz se vit un s po

gne innanzi il fe si fa per le pi vite, se la l zi il ferr solchi tod a

spesero circa ne di stabili- bblico, fatti va- vi trovano il

stanze in cui si magazzini, ed al irabile delle mer- rio risultamento delle ricchezze e industriale e com- e metrici e la facilità dei che il vapore procura, tardi diffondere questa mazione, sicchè può asserir- sistema del magazzinaggio pub- sembrerà in tutto il mondo, se si diffonderà l' uso delle strade rosi magazzini, o darsene giano. più non si limiteranno mari ed ai fiumi, ma vi saran- darsene terrestri per le ce. Non essendovi dubbio che netrino col tempo fino al- per lo meno ai dintorni delle giungono insieme, non vi è che sugli orli di esse non ven- irsi grandi centri di commer- serie di magazzini, al pari di contornano i bacini di Santa e dell' Indie occidentali, innal- pendicolarmente tutte le mer- dei convogli, per calarle e rica- ioppoi. Ogni negoziante avrà ivi magazzino, e di là avranno a togliersi erci da vendersi al minuto, ivi si in deposito tutte le ricchezze di essere dal consumo len- rite sizione e questo cangia- di circolazione e di ma- delle merci, di deposito di esse immovabili, imperocchè degli oggetti di quali sono i prodotti

...llai e simili, hanno a rima... ...ed isolati come sono al ...do le strade ferrate, ...sui canali, la im... ...ne delle altre ...me alla im... ...centri, ove ...estese delle ...ni.

...ano adunque società di ma... ...le strade di ferro e pei ...quali si incaricheranno, non ...della custodia delle merci, ma ezian... ...del trasporto e della vendita in comune di oggetti simili, o per lo meno si formeranno altre società pel ricevimento e per la vendita dei prodotti di consumo immediato, dietro l' opera di un commesso speciale che avrà una veste di pubblico incaricato. Vi saranno periti od ispettori per determinare la qualità ed il peso, assicurare la conservazione, verificare ed analizzare i prodotti, impedire ogni frode o sofisticazione.

Questo carattere di pubblicità inerente ai magazzinaggi ed alla vendita, questa sorveglianza sulla purezza e qualità dei prodotti che prevediamo nell' industria commerciale futura, hanno già i loro germi in quanto attualmente si pratica. Nelle città settentrionali della Francia, ed altrove per le biade e pel pesce, ed in Parigi pel burro si fanno le vendite, come all' incanto con l' intervento di pubblici impiegati a ciò autorizzati e che ne sono responsabili. Agli Stati-Uniti i due oggetti delle esportazioni più importanti, cioè i tabacchi e le farine, prima di essere esportati vengono pesati, esaminati e classificati, alla presenza di alcuni ispettori, quindi da questi contrassegnati, mediante suggello che attesta la loro natura, il loro peso e la loro qualità, quelli più cattivi segnandosi con la parola *rifiutato (refused)*. Questa formalità è indispensabile, facendosi su ogni mercato da due ispettori, il giudizio dei quali è inappellabile.

Nell' inviare le sue merci ai magazzini di deposito ciascun proprietario, cui non soddisfi il prezzo corrente del luogo ove sono deposte, sarà in libertà di inviarle dietro suo ordine verso un altro centro di vendita, dove avrà saputo dalla pubblicità universale dei prezzi correnti esservi maggiori ricerche e più speranza di lucro per conseguenza. A tal fine ogni società di magazzinaggio pel consumo lento, ed ogni pubblica amministrazione di vendita pegli oggetti di consumo immediato, pubblicheranno regolarmente i prezzi correnti della loro piazza o del loro mercato, e queste informazioni serviranno di guida, non solo ai negozianti nelle città, ma altresì agli agricoltori nelle campagne.

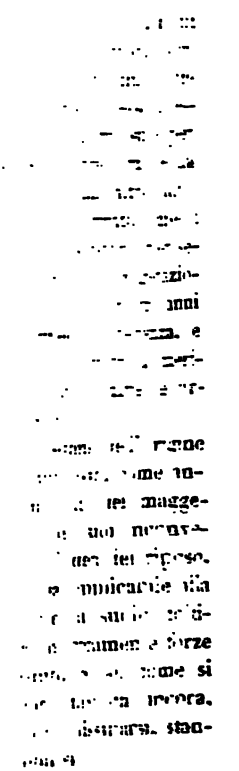
Anche per questo riguardo il mercato dei vini di Parigi, ed i così detti *bazar* sono germi buonissimi, quantunque molto inferiori, ma che lasciano speranza di sistemarsi e di aprire la strada, generali misure per la combinazione più economica del magazzinaggio.

Presentano queste misure un mezzo ammirabile di semplificare le complicazioni del commercio, senza ledere la libertà individuale, la spontaneità delle operazioni industriali, e la libertà della concorrenza. Quindi anche le strade di ferro e le barche a vapore contribuiscono a determinare la grande unione dei capitali dell' industria e degli operai col metodo delle società per azioni. Anche le macchine a vapore stabili vi avranno una parte importante, potendosi fino d' ora predire che invece delle gru e degli antichi mezzi meccanici, delle leve e dei manubri, si sostituirà in questi grandi magazzini una macchina a vapore comune che distribuirà una parte della sua forza in ogni punto dove occorre fare il carico o lo scarico delle merci dello stabilimento.

vendere le sue merci. Queste ricevute sono documenti che si possono trasmettere per via di giro, come farebbesi di una cambiale o di un vaglia comune, bastando il giro registrato sui libri della società per trasmetterne il possesso. Inoltre queste ricevute sono divisibili in piccole partite per rispondere ai bisogni del commercio al minuto. Una tale società fa quindi l'offizio di pubblico magazziniere, e mediante le sue ricevute trasmissibili produce l'effetto di un grande registro della proprietà mobiliare. Abbrevia considerabilmente la circolazione delle merci e dei valori; riduce l'atto di vendita e compera ad un breve esa delle mostre a distanza dalle balle d merci, e permette di non ispedire c piccolissimo frammento della mer qualvolta se ne voglia fare un vece di dover trasportare t ce medesima. Le società dici magazzini si mettono p zo fra i proprietarii di n per lo scarico e pel ri speculatore, il fabbric tore, per la custodi la consegna. Più nè offizii spe operai app contabilita tutte quel custodia moltipli ciali. I le su qualsi un' ec di m riflette superio lere, di sull' in cose, de portanz sciuta co

città di Londra dal 18 350 milioni per l' i menti di magazzina lere da diverse soc loro interesse.

Riflettendo fondarono q sistema del ci, si ved di un di p me n



Prendiamola quale ci si presenta, quando esce dallo stato di natura, vale a dire immediatamente dopo d' essere stata coperta dai più remoti tempi di praterie naturali, di foreste, o di qualunque altra spontanea e vigorosa vegetazione.

Qualunque possa essere la composizione intrinseca del suolo, suscettibile, come si sa, del pari che il clima, e varie altre circostanze accidentali, d' una infinità di modificazioni, più o meno vantaggiose o svantaggiose alla coltivazione, si conviene universalmente, la terra essere generalmente provveduta d' una grande fecondità, quando da questo stato naturale passa alla coltivazione, e nondimeno ha potuto sostenere pel corso di secoli produzioni abbondanti senza interruzione, e soprattutto senza verun estraneo soccorso. Ora, arrestandoci a questo solo fatto incontrastabile e comunissimo, abbiamo già la prova evidente, che nè si stanca, nè si affatica, che non invecchia, che non si dissipa, e che continuando a produrre, non ismunge ciò che impropriamente porta il nome di sua forza.

Se vediamo in seguito scomparire insensibilmente la sua fecondità, questa spiacevole circostanza, di cui non siamo che troppo spesso testimonii, quando non ne siamo gli autori, non può adunque essere attribuita che a qualche causa accidentale, estranea del tutto alla terra propriamente detta, la quale non dee essere qui considerata, che come il ricettacolo passivo d' una parte delle sostanze proprie ad alimentare i vegetali, ed il coltivatore, che osserva questo effetto, dee cercarne la vera sorgente nel governo sconsigliato al quale è stata soggetta.

Seguiamola ora nelle diverse maniere di coltivazione, alle quali può essere esposta, e vi scopriremo questa causa d' alterazione di quella preziosa fecondità che vi avevamo da principio riconosciuto.

In quello stato di verginità, nel quale abbiamo preso la terra, era abbondantemente provvista di terriccio, ossia suolo fertile, che risulta dalla distruzione annua e successiva delle piante e degli animali, che la coprivano da gran tempo, ed abbondava anche per necessaria conseguenza di carbonio, che si sa essere uno dei principali alimenti del regno vegetale. Questo terriccio, tanto utile alla riproduzione, di cui è la base essenziale, questo terriccio suscettibile di soluzione, d' evaporazione e d' infiltrazione, suscettibile, per conseguenza, d' entrare in gran parte nell' organizzazione vegetale, di alterarsi o scomparire per una causa od in una maniera qualunque, va ben presto a diminuirsi progressivamente di quantità e di qualità per l' inevitabile effetto delle operazioni aratorie, ripetute spesso a contrattempo ed a contrassenso; e d' una vegetazione sforzata troppo prolungata, i prodotti della quale saranno interamente tolti al suolo ogni anno. Questo effetto sarà tanto più sollecito e più sensibile, quanto sarà stato più esposto il terriccio, in istato di soluzione, all' evaporazione, all' infiltrazione, od al suo assorbimento da quei vegetali, che avranno preso maggior alimento dalla terra che dall' atmosfera.

Vi sarà adunque allora, non già esaurimento di forze propriamente dette, che non se ne possono attribuire a quel ricettacolo, che chiamiamo terra, matrice o deposito delle sostanze vegetali ed animali, ma bensì esaurimento, vale a dire sottrazione, o per lo meno alterazione, d' una o più sostanze essenziali alla vegetazione, che dovranno essere indispensabilmente restituite al suolo in proporzione all' alterazione o diminuzione, che avrà sofferto, per poterlo restituire al primitivo stato di fecondità.

Vediamo così, che tutte le idee di fatica, di stanchezza, di esaurimento di

forze, di vecchiezza, di riposo, e tutte le altre idee equivalenti, applicate alla terra sono interamente vuote di senso, ed egualmente prive di fondamento, come se applicate fossero ad un mucchio inerte di pietre, di sabbie, e d' altre materie analoghe, che formano il nocciuolo o la base ordinaria di ogni terra coltivabile. Il maggese non istà adunque in natura, nè mai fu veduta la terra spogliarsi da sè stessa di ogni specie di vegetazione per riposarsi. Non può adunque realmente smungersi che come uno de' serbatoi dell' alimento dei vegetali, ciò che convien cercare di prevenire, quant' è più possibile, ovvero prontamente riparare, e questo è evidentemente uno degli scopi principali, al quale dee tendere ogni buona coltivazione.

La vera cognizione però del modo come si aliméntano le piante, e dell' influenza che sulle terre può avere per conseguenza il maggese, deesi ad alcuni moderni scrittori ed a Teodoro de Saussure principalmente. Fu questi il primo a provare con esperienze molto esatte: 1.° che il terriccio, è la sola parte solida, la quale entra nella composizione del succhio delle piante, che per entrarvi gli conviene essere nello stato solubile, e che tale non diventa, se non successivamente per l' azione dell' ossigeno dell' aria, a meno che non vi si adoperi la potassa, la calce, od altri dissolventi dello stesso ordine; 2.° che le piante traggono nella loro gioventù più nutrimento dall' aria che dalla terra, ma che quando la fecondazione è già effettuata, ne traggono all' opposto più dalla terra che dall' aria, e ciò sempre aumentando, finchè il seme sia compiutamente formato.

Da questi fatti si dee conchiudere, che se un terreno non contiene che dodici parti di terriccio, delle quali due soltanto sieno solubili, queste due parti non saranno consumate che per un quarto, se il frumento ivi seminato tagliasi al momento della sua fioritura; ma che lo saranno del tutto, quando non sia tagliato, se non dopo che il suo grano sarà arrivato alla maturità. Converrà adunque, affinchè la raccolta seguente della medesima pianta sia egualmente bella, che vi passi un tempo sufficiente, perchè l' ossigeno dell' aria possa decomporre due altre parti di terriccio; ma quantunque continua, questa decomposizione è lentissima, quando anche sia favorita dalle più opportune rivoltature; laonde per riparare a tanta perdita bisogna aspettare un anno intero. Sopra questa base è appoggiato il sistema dei maggesi, sistema, che sta realmente in natura, ma che da quanto fu detto finora viene provato, potervisi facilmente supplire, o col mezzo dei concimi sostituiti alla porzione di terriccio solubile assorbito, o con quello della calce che accelera la solubilità della rimanente porzione di terriccio, o finalmente seminando dopo il frumento piante destinate ad essere tagliate innanzi alla loro fruttificazione, le quali consumeranno ogni anno meno delle due parti di terriccio supposte solubili, come sarebbe nelle praterie artifiziali l' erba medica, od alcuni semi, il cui fogliame dee essere tagliato in verde, come la veccia, o vero radici biennali che devono essere strappate nel corso dell'inverno, come le rape, le carote ed altro.

Col mezzo adunque dei letami, degli abbonimenti, e d' un sistema regolare di avvicendamento si può sempre dispensarsi dal lasciar riposare le terre, e si può anzi far loro portare ogni anno doppie, ed anche triple raccolte. Questo effetto trova i suoi limiti soltanto nella mancanza di capitali o di smercio, e non può aver luogo che pei grandi proprietarii, perchè i piccoli col lavorare e consumare si mettono al di sopra d queste circostanze.

La coltura dei campi usata in tutta la Lombardia, nel principato del Piemonte ed in molti altri luoghi dell' Italia, ove l'agricoltura fiorisce, è in fatti il mezzo principale per nettarli dalle erbe cattive, conciliare al terreno le condizioni fisiche che il rendono atto ad una buona vegetazione, arricchirlo convenientemente dei principii che l' atmosfera può fornirgli, ed esporlo abbastanza all' influsso degli imponderabili. Il soverscio poi di quelle piante che, secondo la natura del suolo e la stagione, più conviene di seppellire; i letami di stalla, giusta le addotte regole distribuiti, rendono il terreno maravigliosamente produttivo. Siffatti mezzi, uniti ad un ben inteso avvicendamento, sono le vere molle della grande macchina, donde scaturisce inesauribile ricchezza, e la prosperità degli stati. Chiunque può approfittarsi di essi può obbliare il maggese, il quale scema la rendita e le produzioni, ed accrescere coi frutti stessi la sua sorte e la fertilità del terreno che con buon senno coltiva. Qualunque siasi la natura del terreno e la costumanza del paese, bisogna sopprimere il flagello dei maggesi. Ciò fecesi già in molti territorii della Francia, del Belgio e dell' Inghilterra, ed una tal soppressione riuscì ovunque di grandissima utilità. In quasi tutta l' Italia non si conosce omai più cosa sia maggese, e la terra non diede mai frutti e raccolte tanto abbondanti quanto dove è soppresso.

A fare più rettamente conoscere quanto riguarda la quistione dei maggesi, ed a pienamente convincere dei loro vantaggi e dei loro danni, esamineremo qui appresso quale ne sia stata l' origine, da quali cagioni derivino, quali obbiezioni siensi opposte al loro abolimento, ed a quali mezzi si debba ricorrere per ottenerlo.

Origine del maggese. Ad un tempo fortunatamente da noi lontano, la sproporzione che esiste fra l' estensione delle terre in coltivazione, ed i varii mezzi indispensabili per coltivarle in maniera proficua, unita alle poco estese cognizioni agrarie, al ristretto numero dei vegetali soggetti ad una coltivazione regolare, alla mancanza di avvicendamenti atti a sminuzzare, ripulire e fertilizzare il suolo, tutte queste cause, unite a varie altre accessorie, fecero probabilmente nascere quello stato di quiescenza qualificato comunemente sotto il nome di maggese.

Non potendo bastare a tutti i bisogni domandati da una grande estensione di terra, il coltivatore ha dovuto necessariamente trovarsi costretto di condannare alternativamente a questo stato d' improduzione una parte più o meno vasta della sua azienda rurale. Allora come adesso, variò questa quantità in proporzione della moltiplicità e della forza degli ostacoli che si opponevano alla coltivazione. La qualità del suolo specialmente, come anche le convenienze locali, determinano spesso la estensione dei maggesi e la loro durata.

In varii paesi poco fertili, o poco forniti di mezzi per riparare le perdite della terra, quantunque naturalmente feconda, un solo anno di raccolta diventò il segnale d' un anno di niun prodotto. In altre più favorite per la qualità del suolo varie raccolte consecutive di cereali precedevano quest' anno d' inerzia. Il più delle volte il ritorno del maggese fu triennale, ed immediatamente seguito dalla coltivazione successiva del frumento e dell' avena, i due grani più generalmente coltivati quasi da per tutto in una gran parte dell' Europa settentrionale. Qualche volta questo stato improduttivo, invece d' essere limitato ad un anno solo, diventò un vero stato d' abbandono prolungato, e spesso indeterminato. In tal guisa, dopo avere smunto interamente un paese fu abbandonata alla natura l' incombenza di riparare i torti d' una coltivazione più

avida che ragionata; e questa pratica, ch' è anche quella dei selvaggi e di tutti i popoli nomadi, disonora anche oggidì que' paesi che sono meno avanzati verso l' istruzione e l' incivilimento.

A misura che con la popolazione crebbero i bisogni, tanto naturale diventò il cercare di ristrignere l' estensione delle terre temporariamente così trascurate quanto lo fu da principio l' abbandonar quelle, che coltivare non si potevano con profitto. Ma il rimedio si rese spesso peggiore del male, poichè occupandosi più a soddisfare i bisogni del momento, che a preparare la terra per quelli dell' avvenire, si titubò a lungo sull' adozione dei migliori mezzi d' assicurare un prodotto costante, e si volle sempre esigere senza intermedio certe raccolte di grani, che avrebbero dovuto essere saggiamente intercalate con altre.

Dai mali successi, che furono il necessario risultamento di replicati tentativi, senza un competente avvicendamento sopra diversi punti ed a diverse epoche, si dedusse la sconsigliata conseguenza, che la terra aveva bisogno di riposarsi ad intervalli determinati, quantunque lo spettacolo maestoso e concludente della vegetazione prolungata, con abbandono alla sola natura, smentisse in ogni tempo questa erronea opinione. Partendo finalmente dal falso principio d' una stanchezza gratuitamente supposta, si decorò il maggese con la falsa denominazione di *riposo della terra.*

Siccome poi un errore di nome produce spesso un errore di cosa, questa impropria denominazione diventò il pretesto sempre in seguito adoperato per autorizzare questa pratica, consacrata da un lungo uso, e la cui vera origine si va perdendo nell' oscurità del tempo.

In alcuni luoghi sembra anche essere il maggese la conseguenza d' una pia tradizione e d' un pregiudizio religioso fondato sopra un passaggio del Levitico, ove si dice, che il *settimo anno sarà il sabbato della terra, e l' anno del riposo del Signore,* frattanto che in altri luoghi vicini si mantiene costantemente senza questo mezzo la fecondità del suolo con le competenti rivoltature, con sufficienti letami, e massime con ragionati avvicendamenti, e col ripulimento e sminuzzamento, che ne sono le conseguenze necessarie.

Più rigorosamente ancora si trovò il maggese finalmente consecrato in moltissimi luoghi dal tenore stesso delle locazioni, in cui clausole imperative lo prescrivevano come una regola di coltivazione indispensabile per prevenire lo smungimento della terra. Si aggiunga che la breve durata di queste locazioni medesime opponendosi energicamente ad ogni specie di permanente miglioramento, cagiona spessissimo degradazioni altrettanto reali, quanto illusorio è il male che si cerca di evitare, e quanto incompleto ed incerto è il bene che si vorrebbe sperare, finchè si vorrà limitarsi a simili mezzi direttamente contrarii al proposto scopo.

Partendo dalla gratuita supposizione, che la terra smunga con le sue produzioni le forze ad essa attribuite, nel rigoroso significato di questa espressione, era naturale supporre che avesse bisogno di riposo, come un animale stanco dalla gravezza d' un peso, o da uno sforzo qualunque, ha realmente bisogno di riposo per riparare l' abbattimento sofferto, e potersi ristabilire nel primitivo suo stato.

Nondimeno l' osservazione sempre facile a farsi, che la terra conservatasi netta, ed alla quale restituito viene dai letami l' equivalente delle sue perdite, non diminuisce minimamente la sua fecondità, doveva indicare all' osservatore attento, imparziale, e non prevenuto sfavorevolmente, che non ha bisogno di riposo, e che diminuisce le sue produzioni assai meno per effetto di una prostrazione di forze,

so, la terra ha essenzialmente bisogno, per riparare le sue perdite, o piuttosto per prevenirle, di letami, di sminuzzamento, di ripulimento, e di varietà nelle coltivazioni.

ano il vigore dei vegetali, che cresce- mei sulle terre neglette; invano non interrotta delle raccol- onde si arricchivano di rigorosa dimo- contenti verità; la oso ebbe sulla i coltivatori se anche pa- uiti.

deuni ardenti amici attenti osservatori, si dere quasi generalmente che volta anche la metà di ui, o suscettibili di rendersi iante un convenevole governo, nati alla nullità, senza diventare sso più proprii alle produzioni futu- e. Avevano ben esposti gli sterili loro voti per un miglior ordine di cose in vari scritti, lodevolissimi senza dubbio; ma conveniva specialmente parlare agli occhi collocando fatti autentici e decisivi contro a falsi principii; presto o tardi questi mezzi di convincimento trionfare dovevano immancabilmente dell' incredulità, e se squarciato non avessero sul momento la benda dell' errore, avrebbero se non altro avuto il prezioso vantaggio di fare insensibilmente ed irrevocabilmente sparire un errore sì funesto.

D' altra parte i mezzi indicati fino allora non erano sempre confermati dall' esperienza, la quale resta sempre la vera pietra del paragone. Il più grande ostacolo da combattere consisteva nell' errore, troppo generale ancora, e molto per verità seducente, il quale induce a credere, che per ottenere costantemente abbondanti raccolte di grani, necessario assolutamente

rdita reale
zzazione
so-

lo delle foreste
nate dalla mano libe-
conservate da essa in
mente di prosperità pel
di, quando difese si trova-
oltraggi che ricevono troppo
lla mano degli uomini, proclama-
e questo preteso riposo una chi-
e sufficientemente indicava che.
itando la natura, la cui legge costante
con tanta saggezza servire la decompo-
sizione di alcuni esseri alla prosperità di
altri, potrebbero ottenersi i medesimi ri-
sultamenti. Il potere tirannico e quasi irre-
sistibile dell' abitudine affascinava gli occhi,
ed impediva di vedere che invece di ripo-

avida che ragionata; e questa pratica, [illegible]
anche quella dei selvaggi e di tutti i [illegible]
nomadi, disonora anche oggidì que' [illegible]
che sono meno avanzati verso l'[illegible]
e l'incivilimento.

A misura che con la popolazione [illegible]
bero i bisogni, tanto naturale diven[illegible]
cercare di ristrignere l'estensione del[illegible]
re temporariamente così trascurate [illegible]
to lo fu da principio l'abbandonar qu[illegible]
che coltivare non si potevano con pro[illegible]
Ma il rimedio si rese spesso peggio[illegible]
male, poichè occupandosi più a sodd[illegible]
i bisogni del momento, che a prepar[illegible]
terra per quelli dell'avvenire, si [illegible]
lungo sull'adozione dei migliori [illegible]
d'assicurare un prodotto costan[illegible]
volle sempre esigere senza interru[illegible]
raccolte di grani, che avrebbero [illegible]
essere saggiamente intercalate con[illegible]

Dai mali successi, che furono [illegible]
rio risultamento di replicati tent[illegible]
un competente avvicendamento [illegible]
versi punti ed a diverse epoche [illegible]
la sconsigliata conseguenza, [illegible]
aveva bisogno di riposarsi ad [illegible]
terminati, quantunque lo spe[illegible]
stoso e concludente della vege[illegible]
lungata, con abbandono alle [illegible]
smentisse in ogni tempo que[illegible]
opinione. Partendo finalmente [illegible]
principio d'una stanchezza [illegible]
supposta, si decorò il maggese [illegible]
denominazione di *riposo* [illegible]

Siccome poi un errore di [illegible]
ce spesso un errore di cose, [illegible]
pria denominazione divenu[illegible]
sempre in seguito adoperato [illegible]
zare questa pratica, conserv[illegible]
go uso, e la cui vera or[illegible]
dendo nell'oscurità del te[illegible]

In alcuni luoghi sembra [illegible]
maggese la conseguenza [illegible]
dizione e d'un pregiudizi[illegible]
dato sopra un passaggio di [illegible]

lungo, il male cagionato da una coltivazione imperfettamente combinata.

Arrestiamoci un istante sui motivi che inducono a seguire l'una o l'altra di queste differenti maniere di conservare il maggese, e sui loro particolari inconvenienti e vantaggi.

Quando il maggese assoluto annuo è alternato con la coltivazione, d'anno in anno, suppone ordinariamente la mancanza di tempo, d'istruzione, d'animali, di braccia, o d'altri mezzi indispensabili per coltivare opportunamente la terra. Annunzia di più l'assenza di ogni specie di praterie artifiziali, ed un avvicendamento, che facile sarebbe correggere con alcune di tali praterie, o con qualunque altra coltivazione interposta equivalente e migliorante, la quale ripulendo e sminuzzando nel tempo stesso la terra, la preparerebbe per la raccolta seguente in maniera più produttiva e meno costosa, come vedremo trattando specialmente tale soggetto in appresso.

Questo maggese ha il grave inconveniente di raddoppiare il prezzo di locazione applicabile a ciascun anno, diminuendo i prodotti che d'anno in anno vanno a diventare compiutamente nulli, e che potrebbero per lo meno consistere in qualche pascolo artifiziale precoce, il quale risarcirebbe le spese di coltivazione, senza nuocere ai prodotti futuri, qualora si prendessero le convenienti precauzioni; ovvero in un letame vegetale che migliorerebbe la terra assai più che non lo possa mai fare un totale abbandono.

Quando il maggese assoluto annuo è riservato al terzo anno dopo due altri di raccolta, suppone ordinariamente che quei due anni precedenti sieno stati impiegati alla produzione di due coltivazioni di cereali consecutive smungenti, come quelle del frumento o della segala, poi dell'avena e dell'orzo.

Questo è quasi in ogni luogo il più frequente di tutti, e diventa anche spesso inevitabile, assai costoso ed insufficiente, con un avvicendamento triennale tanto difettoso che ammette necessariamente due coltivazioni smungenti di graminacee annue, che avrebbero dovuto essere giudiziosamente alternate con altre coltivazioni miglioranti e preparatorie. Il maggese assoluto biennale annunzia ordinariamente tre coltivazioni consecutive almeno, le quali avendo luogo dopo un altro maggese che le aveva precedute, lasciano la terra in uno stato tale di smungimento e di infestamento, che costringono il coltivatore, più avido che istrutto dei proprii interessi, a perdere per due anni consecutivi quella rendita che ne avrebbe potuto ottenere con una disposizione più conforme ai principii della sana agricoltura. Il primo anno interamente abbandonato all'inerzia, somministra per lo più un meschino pascolo, che non può essere paragonato nè pel suo prodotto, nè pei suoi effetti alla più cattiva prateria artifiziale, ed il secondo è assoggettato a faticosi e costosi lavori che molto imperfettamente riparano il male operato dalle coltivazioni precedenti, le quali anticipano continuamente sui prodotti futuri, e finiscono col ridurli a pochissima cosa.

Finalmente il maggese assoluto, perenne ed indeterminato, è per lo più il funesto risultamento dell'ignoranza unita all'insaziabile cupidigia del colono sulle terre nuovamente dissodate. Le riduce egli, per così dire, ad un esausto residuo con una serie prolungata di coltivazioni smungenti, con le quali finisce per annientare quella preziosa fecondità, della quale aveva da principio trovato il suolo tanto felicemente provveduto, e la quale avrebbe potuto essere da lui conservata in quel prospero stato, se non ne avesse tanto sconsigliatamente abusato.

Questa pratica distruttiva di ogni specie di prosperità, che si trova ancora nei paesi meno istruiti in economia rurale, costringe l' infelice, che l' osserva, per così dire, religiosamente, ad abbandonare il suo campo alla natura per un corso di tempo più o meno lungo, per riprenderlo quando essa vi ha insensibilmente ristabilito il terriccio che vi era stato consumato. La assoggetta in seguito ripetutamente ad un governo egualmente proprio a nuovamente spogliarnela ed a ridurla per lungo tempo allo stato più deplorabile, senza poterla fare risorgere con alcuno dei mezzi artifiziali ordinarii, poichè questi non sono in suo potere.

Confrontiamo ora questi dolorosi risultamenti con quelli che può presentare il maggese incompleto e relativo.

Quanto il maggese assoluto e completo, annuo o esteso al di là di questo termine, offre d'inconvenienti, e quanto è generalmente nocivo al coltivatore, eccettuati forse alcuni casi sforzati accidentali ed in alcuni climi assai rigidi, altrettanto il maggese relativo e temporario è ordinariamente utile, talvolta anche indispensabile, quantunque non sia sempre d' una necessità rigorosa.

Questo maggese, che non è per così dire se non passaggero e momentaneo, può essere diviso in maggese d' estate ed in maggese d' inverno.

Il maggese d' inverno diventa spessissimo non solo utile, ma anche necessario per preparare la terra a nuovi prodotti, per applicarvi nuovi letami od abbonimenti, per intraprendere le operazioni aratorie rigorosamente esigibili in questa stagione, durante la quale la vegetazione è spesso interrotta. Questo intervallo di produzione può diventar necessario soprattutto ai campi lontani, e d' un accesso difficile nei tempi piovosi, come anche a quelli che sono esposti a frequenti allagazioni, o ad un eccesso d'umidità, prodotto da una causa qualunque; a quelli finalmente che sono collocati sotto un clima aspro.

Nel primo caso trasportare non si possono convenevolmente ed economicamente i letami e gli abbonimenti se non in tempo delle gelate, le quali, restringendo la terra, rendono le vie praticabili e comode pei carreggi, e prevengono la resistenza cagionata dallo sprofondamento delle ruote, il quale, indipendentemente dagli inconvenienti gravi che produce in seguito per la coltivazione, molto affatica gli animali da tiro, e ne abbatte ben presto il vigore.

Trattandosi poi d' un clima rigido, è cosa generalmente imprudente il confidare al suolo sementi il buon esito delle quali sarebbe reso molto incerto dall' intensità dei freddi ordinari, dalle devastazioni delle acque avventizie, dall'eccesso di umidità naturale, che non si può interamente distruggere, e talvolta nemmeno diminuire in questa stagione.

Negli altri casi analoghi, e non sono pochi, essendo questo intervallo imperiosamente ordinato dalle circostanze, diventa di rigore, ed è anche alle volte indispensabile per l' impossibilità di tutto fare ad un tempo, per la necessità di occupare utilmente gli uomini e gli animali durante la stagione morta, e pel vantaggio di poter variare le proprie coltivazioni, e le epoche delle semine, a fine di fare una conveniente distribuzione dei proprii mezzi e del proprio tempo.

Anche il maggese di state si rende utilissimo in certi casi, ed in alcuni diventa egualmente indispensabile. In tutte le parti dei paesi meridionali, ove il calore ardente del clima, unito all' aridità naturale del suolo, non può essere efficacemente temperato da utili irrigazioni, le quali, ogni qualvolta sono praticabili, trasformano i

terreni anche più ingrati in terre abbondantissime di prodotti; in tutte le terre, di qualunque natura sieno, e sotto qualunque clima si trovino, se una coltivazione trascurata le ha lasciate invadere da un folto strato erboso di piante vivaci e nocive, le cui radici serpeggianti, nocchiute o tuberose sono d' un' estirpazione, e d' una distruzione difficilisssima, per non dire impossibile, lenta poi d' altra parte ed assai dispendiosa con i mezzi ordinari; questo intervallo improduttivo è sempre di grande utilità per opporsi agli anzidetti inconvenienti.

Nel primo caso, la durezza, l' aridità del suolo ed il calore del clima sono tali che, supponendo la raccolta fatta nel mese di giugno, come succede spesso nel mezzogiorno, la siccità costante che regna ordinariamente a quel tempo e nei mesi seguenti, si oppongono irresistibilmente ad ogni specie di produzione annua o momentanea, non essendo possibile procurarsi verun mezzo artifiziale per rimediare a questo potente ostacolo, realmente insuperabile per tutt' altra via che con le irrigazioni.

I campi spogliati allora dei loro prodotti, non sono il più delle volte attaccabili dagli strumenti aratori ordinarii, e quando pure lo fossero, la mancanza di umidità sufficiente renderebbe ogni specie di seminagione inutile e di pura perdita. Non vi sono tutto al più che alcune praterie artifiziali, per lo meno biennali, che seminate simultaneamente con i grani in autunno, o per tempo in primavera, possano occupare utilmente il suolo in quel tempo, sempre che atte siano a resistere agli sforzi distruttori e prolungati d' una siccità eccessiva, ciò che non succede sempre; e nel caso di non poterne stabilire veruna, il maggese d' estate diventa indispensabile.

Nel secondo caso, l' urgente necessità di purgare compiutamente il campo dalle radici usurpatrici, intrecciate per tutti i versi, che sono vivaci, assai rustiche, e straordinariamente difficili ad estirpare e distruggere, quando se ne sono esclusivamente impadronite, dopo d' essersi tranquillamente moltiplicate pel corso di varii anni, impone assolutamente la legge rigorosa del maggese di estate.

In questo caso di urgenza, quando cioè la gramigna ordinaria *(triticum repens)*; l' avena a cappelletti od a radici bulbose, *(avena praecatoria)*; l'agrostide stolonifera *(agrostis stolonifera)*; il cerastio arvense *(cerastium arvense)*; la linaria comune *(linearia vulgaris)*; l' achillea a mille foglie *(achillea mille-folium)*; la coda cavallina *(equisetum arvense)*; la tossillaggine o passo d' asino *(tussilago farfara)* ed altre piante consimili a radici serpeggianti, intrecciate, persistenti, assai vigorose, e di una pronta e facile propagazione, hanno fatto la conquista d' un campo, per l' effetto dell' ignoranza o negligenza del coltivatore, o per qualunque altra causa, naturale od accidentale, non conosciamo mezzo più efficace e più convenevole, vale a dire più speditivo, più economico e più sicuro, che il maggese d' estate, dopo la cinefazione, massime sulle terre compatte, umide ed argillose, per rimediare compiutamente al grave inconveniente, che comprometterebbe per lungo tempo il successo delle raccolte future.

Non è però da supporsi che quando la terra si trova ridotta a questo meschino stato, lo stabilimento di una prateria artifiziale possa divenire un mezzo efficace per distruggere quelle piante essenzialmente nocive. Questo risultamento può realmente non aver luogo; e quantunque alcuni agronomi abbiano troppo leggermente asserito che tali praterie affogano con la loro ombra i vegetali famelici ed assai parassiti da noi non ha guari indicati,

Questa pratica distruttiva di ogni specie di prosperità, che si trova ancora nei paesi meno istruiti in economia rurale, costringe l' infelice, che l' osserva, per così dire, religiosamente, ad abbandonare il suo campo alla natura per un corso di tempo più o meno lungo, a riprenderlo quando essa vi ha insensibilmente ristabilito il terriccio che vi era consumato. La assoggetta in seguito tamente ad un governo egualmente a nuovamente spogliarnelo per lungo tempo allo stato le, senza poterla fare dei mezzi artifiziali non sono in suo

Confrontiamo tamenti con maggese in

Quant annuo offre men' se al m

zioni, da un mente a tale etme facilitano rimemo, olne gli strumesto oggetto rrare compiuhose loro radici, quali basta per piante che cresco- mente, le operaquesto mezzo esse dispendiose, lente il cui qui si tratmia, che devono le operazioni agricole, prescritte in questa

si qui esposti ed in esame si lee generalmaggese l'estate; da ed anticipazioni altro per evitare nell'avvenire.

me lo abbiamo quali il maggese divenire neces- diversi oggetti: perchè per operare menti diversi, come spesso si paesi oggetti debba ed ritorprecisamente.

messa in istato di assoggettata a ordinari, il grossa- questo delpuò esempio. un tempo anni pe- operazioni

...ioni, l'eccesso ...ndersi per ...cause

alle terre mobili e silicee, la vegetazione che le coprirà, e le ombreggerà, sarà loro molto più utile delle rivoltature di estate, le quali servono talvolta soltanto ...l accelerare l' evaporazione e l' infiltra... di quella debole quantità di terra ...della quale possono essere prov... ... deteriorano così invece di ...quando sono prive di vege...

...el secondo caso le circostanze han... ...costretto a lasciare la terra nuda, espo... ...sta ai divoranti ardori della canicola, tosto ... ... che lo stato più favorevole dell' atmosfera ...re dif... dà il segnale dei lavori e delle semine, ...no egual... non bisogna differirli. Comunemente, ...agione tosto quanto più la vegetazione è stata rallentata e sospesa in estate, tanto più è attiva in autunno ed in primavera, ed anche non di rado nell' inverno, che cessa di essere una stagione morta e rigida pei climi meridionali.

Finalmente, se si trovano alcuni casi straordinari che costringono rigorosamente il coltivatore ad unire il maggese d'estate con quello d' inverno, questi casi non possono essere che rari, passaggeri e temporarii e non distruggono nè indeboliscono pure nemmeno i principii generali, i quali stabiliscono, che la terra dee restare nuda il minor tempo possibile, e divengono tutto al più deboli eccezioni, che non devono mai autorizzare a stabilire frequenti e periodici ritorni di improduzione della terra, giacchè con un competente governo può provvedere costantemente alla sussistenza dell' uomo e dei suoi animali domestici.

Quelli tuttavia che la consuetudine rese partigiani del maggese assoluto e compiuto dicono, che volendo sopprimerlo, non si sa come nutrire le mandrie. Questa obbiezione, ch' è forse la più comune, è anche la più assurda di tutte.

Invece di riportarsi esclusivamente per

...ti. nulla dee ...profitto dalle prime ...per far cessare questa ... di vegetazione, ed esistono ... mezzi variati per riuscirvi, secondo la natura e lo stato della terra, e secondo l' avvicendamento che determinato essere dee dalle convenienze locali.

Se nel primo caso, dopo tutte le operazioni precedenti alla seminagione, si desidera, come si dee, di mantenere netta e mobile la terra ch' è stata fertilizzata in inverno, l'ammissione delle piante da foraggio annue, quando quella delle praterie artifiziali non è applicabile alle circostanze locali o momentanee, la falciatura in verde, il consumo sul luogo, l' introduzione delle piante destinate ad essere convertite in concime vegetale, e più di tutto le coltivazioni in file che rendono tanto facili, speditivi e poco costosi il ripulimento e lo sminuzzamento, terranno mobili e nette le terre compatte ed argillose, e le prepareranno molto più vantaggiosamente per la raccolta seguente, ogni qualvolta saranno praticabili, di quello che non le renderebbe il maggese assoluto, sempre dispendioso ed infecondo. Quanto

questo oggetto alla natura, che fa spesso crescere nei maggesi un ristretto numero di specie di vegetali, la minor parte dei quali può sola servire d' alimento ai bestiami, che per lunghe e faticose vie vanno stanchi a cercarli, non di rado in mezzo alle intemperie di tutte le stagioni, frattanto che il maggior numero di que' vegetali è ad essi inutile o nocivo, come anche alla terra che occupano, imbrattandola alle volte per lungo tempo; ben meglio è preparare una scelta giudiziosa delle piante che sono più analoghe ai bisogni dei bestiami, del pari che alla natura ed allo stato dei campi; seminarli successivamente a tempi differenti; sia poi che mietansi in verde, per farli consumare nella stalla, quando lo si crede conveniente, sia che facciansi consumare sul campo stesso, quando le circostanze lo permetteranno, si avrà in poco tempo e con poca spesa un' abbondante e sufficiente provvista di nutrimento verde, che invece d' infestare le terre, e di stancare i bestiami, come lo fa l' erba de' maggesi, riunirà ancora il triplice vantaggio, nutrendoli molto meglio, di sminuzzare, ripulire e fertilizzare simultaneamente con i suoi avanzi quel suolo, che sarà così impiegato alla sua vera destinazione.

Ma opponesi ancora, che col sopprimere questi maggesi, dai nostri padri sì religiosamente rispettati, potrà mancare il tempo per fare tutti i lavori preparatorii alle semine d' autunno, frattanto che gli animali dell' aratro saranno rimasti senza occupazione fra la fine delle semine di marzo e la messe, intervallo, che si adopera tanto comodamente a coltivare le terre riposate.

Non v' ha dubbio che questi gravi inconvenienti, dei quali ben conosciamo i dispiacevoli risultamenti, potranno aver luogo con un avvicendamento vizioso, il quale collocando tutte le semine a due tempi di corta durata, sforzate, e regolari, ammetta tutti i lavori urgenti a periodi fissi ed immutabili, senza aver nessun riguardo ad una giusta distribuzione di quei lavori, che non si possono realmente stabilire in maniera facile ed esente d' inconvenienti, che con una competente varietà di raccolte alternative, di ineguale durata di vegetazione, e di consumo differente e successivo. Ma se, come si dee sempre fare in una buona coltivazione, si ha avuto la prudenza di ordinare le proprie semine in modo, che il consumo sul campo, il sotterramento, quando è necessario, o la raccolta infine, si seguano a tempi sufficientemente distanti, gli uomini e gli animali domestici avranno sempre bastante occupazione, e nessuna operazione si troverà sospesa, ritardata, precipitata, o sforzata, ed ancora meno fatta a contrattempo ed a contrasenso.

Dopo aver provato la futilità dei due principali argomenti che si allegano spesso in favore del maggese assoluto, ci resta da esaminare un punto di fatto di qualche importanza. Consiste questo nel sapere se realmente le due raccolte che si ottengono nella coltivazione triennale, dopo un anno di maggese, equivalgano pel prodotto netto, compensate prima le spese, alle tre, che si avrebbero potuto ottenere, sostituendo a quest' anno improduttivo una raccolta che risulta da una semina; ovvero se negli avvicendamenti, ove un maggese completo è costantemente alternato con una sola raccolta, questa non risarcisca bastantemente della perdita d' un anno; o finalmente se in tutti i casi possibili un minor numero di raccolte, supposte separatamente migliori, non compensino ampiamente un più gran numero, supposte meno buone, ottenute nella stessa maniera, e nello stesso dato spazio di tempo.

Per quanto siamo lontani, scortati da una lunga esperienza, dal voler supporre che con buoni avvicendamenti, ammettere si debba, in maniera generale, che in circostanze del resto eguali, un minor numero di raccolte in un tempo limitato possa procurare raccolte del pari vantaggiose, che un maggior numero nello stesso spazio di tempo; nondimeno, siccome questi risultamenti possono ben aver luogo alle volte con avvicendamenti viziosi, potremmo anche supporli probabili in alcuni casi, senza che questa circostanza fosse un motivo sufficiente per autorizzare il maggese rigoroso, quale qui lo intendiamo.

Ammettendo, secondo questa supposizione, se pur si vuole, ciò ch'è ben lungi dall'essere provato, che coll'esigere dalla terra produzioni ogni anno, con la soppressione del maggese, senza però servirsi del migliore avvicendamento possibile, non si debba ottenere in generale risultamenti definitivi più vantaggiosi che conservandolo; ammettendo eziandio che non esigendo, per esempio, in uno spazio di nove anni sopra un ettaro di terra se non tre raccolte di frumento o di segala, poi tre altre d'avena e d'orzo, seguite immediatamente da tre anni di maggese, conforme alla consuetudine triennale, la quale prescrive quest'ordine: 1.° frumento; 2.° avena; 3.° maggese, si possa ottenere da ultimo altrettanto di prodotto reale e di benefizio netto, che col fare in circostanze perfettamente consimili raccolte consecutive non interrotte, di foraggi annui, di pascoli, di praterie artifiziali, di radici, o finalmente di qualunque altra produzione diversamente interposta con un numero più o meno considerabile di raccolte di frumento e d'avena, o di segala e d'orzo, in maniera da procurare nove raccolte variate almeno, od anche più; ammettendo tutto ciò, esisterebbe sempre una circostanza ben importante, che militerebbe fortemente in favore della sostituzione della semina, che dee procurare un prodotto qualunque, ad un anno intero di non prodotto.

Questa circostanza è l'incertezza, nella quale si trova necessariamente il coltivatore, il quale non sa se raccolte tali, preparate tanto dispendiosamente col sacrifizio d'un anno intero, e con faticosi e costosi lavori, non diverranno preda d'uno di quei numerosi e tanto formidabili flagelli che portano spesso repentinamente la desolazione nelle campagne, al momento stesso che il proprietario d'un bene sì male assicurato aspetta di raccogliere il frutto delle sue lunghe e costose anticipazioni. In un momento la gragnuola, i rovescii di piogge, le allagazioni, gli oragani, la siccità, ed altre intemperie, che troppo spesso succedonsi, unite alle stragi non meno conosciute e non meno frequenti degli animali distruttori delle raccolte, possono annientare le sue speranze; e quando dopo un anno di maggese, durante il quale non avrebbe forse sofferto nessuno di questi inconvenienti, la sua raccolta si trova distrutta, l'infelice, che perde per un solo accidente irreparabile la rendita di due anni consecutivi, si trova spesso ridotto alla più spaventosa miseria, mancando dei mezzi indispensabili alla sua sussistenza ed a quella de' suoi bestiami.

I risultamenti ne sono più che mai spaventosi in alcuni luoghi, dove il maggese è qualche volta alternato con una sola raccolta, ed ove la maggior parte di questi flagelli si fa sentir di frequente.

A questo potente motivo di soppressione del maggese assoluto aggiungiamone un altro, abbastanza importante anch'esso, e consiste nel vantaggio, troppo poco calcolato senza dubbio, che risulta pel coltivatore dal pronto risarcimento delle sue anticipazioni, e dalla differenza grandis-

sima ch' esiste per lui d' avere almeno qualche prodotto ogni anno, invece di accumularli per forza con quelli dell' anno o degli anni seguenti, sui quali non può nemmeno calcolare, che in maniera molto precaria.

Nondimeno, se potenti motivi sembrano riunirsi per ordinare generalmente la soppressione del maggese assoluto, non bisogna credere che sopprimendolo si possa esigere costantemente da tutte le terre produzioni abbondanti, e meno ancora raccolte complete assai smungenti. Questa falsa supposizione è una delle cause principali che cagionando cattivi successi, si è spesso opposta, e si opporrà sempre alla soppressione efficace e durevole di questo preteso riposo della terra.

Non v'ha dubbio, che se dopo avere ottenuto una raccolta abbondante e molto smungente, di frumento, per esempio, se ne esige immediatamente una seconda della stessa natura, di segala, d' avena, d' orzo, o di qualunque altro prodotto equivalente ne' suoi risultamenti per la terra, e che in seguito si voglia ottenere ancora una terza raccolta completa, fosse anche d' una pianta naturalmente poco smungente, come sono quasi tutte le leguminose annue, invece di limitarsi nell'anno di maggese ad un semplice pascolo artifiziale, ad una raccolta verde tagliata per tempo, od a qualunque altro prodotto consimile, che smunge poca la terra e lascia il tempo di prepararla convenevolmente per la raccolta seguente, sentirà questa terza raccolta necessariamente più o meno l' influenza sfavorevole che le raccolte precedenti avranno esercitato sulla terra. Il frumento che si giugnerà ad ottenere al quarto anno, scapiterà di quantità e di qualità, perchè nessuna di queste raccolte non avrà potuto, nemmeno col letame ordinario, riparare compiutamente le sottrazioni forti e ripetute, che avranno necessariamente cagionato, perchè la fecondità della terra ha una misura, che non si dee oltrepassare, ma che l' arte del coltivatore dee tendere costantemente a mantenere in giusto equilibrio con un avvicendamento saggiamente combinato di coltivazioni che esauriscano e di altre che restituiscano, come si è indicato all'articolo AVVICENDAMENTO.

Ma se invece di esigere, senza intermezzo, avidamente una serie di prodotti che smungono e infestano molto ordinariamente la terra, pel modo come sono ottenuti, si fossero questi prudentemente alternati con altre coltivazioni che migliorino e riparino, come quelle indicate all' articolo AVVICENDAMENTO medesimo, quali sono le coltivazioni in file, che esigono molte ed esatte sarchiature, vangature, intraversature, calzature, e simili, il soverscio di piante coltivate per concime vegetale, e di varie altre che additate esser devono dalle circostanze, e che producono lo stesso effetto; allora si avrebbe conservata costantemente la terra netta e feconda. Per l' abuso soltanto, che si fa del buono stato, nel quale si trova, come anche della sua facoltà di produrre, e non altrimenti ridotta viene alla deplorabile situazione che non le permette più di dare se non prodotti deboli, mesciuti con piante nocive, e soltanto dall' esigere troppo da principio deriva la dura necessità di abbandonarla in seguito, o l' impossibilità d' ottenerne prodotti abbondanti realmente utili e profieui.

Ammettendo che vi sia qualche caso, massime per le terre nette ed assai fertili, ove il coltivatore possa, e debba anche qualche volta far seguire consecutivamente due raccolte smungenti di graminacee annue, o di qualunque altra pianta equivalente, deve egli allora almeno accompagnare la seconda semina con una prateria artifiziale, la quale prevenendo il male che potrebbe risultare in seguito,

[redacted] sempre una circostanza ben importante, che militerebbe fortemente in favore della sostituzione della semina, che dee procurare un prodotto qualunque, ad un anno intero di non prodotto.

Questa circostanza è l' incertezza, nella quale si trova necessariamente il coltivatore, il quale non sa se raccolte tali, preparate tanto dispendiosamente col sacrifizio d' un anno intero, e con faticosi e costosi lavori, non diverranno preda d'uno di quei numerosi e tanto formidabili flagelli che portano spesso repentinamente la desolazione nelle campagne, al momento stesso che il proprietario d' un bene sì male assicurato aspetta di raccogliere il frutto delle sue lunghe e costose anticipazioni. In un momento la gragnuola, i rovesci di piogge, le allagazioni, gli oragani, la siccità, ed altre intemperie, che troppo spesso succedonsi, unite alle stragi non meno conosciute e non meno frequenti degli animali distruttori delle raccolte, possono annientare le sue speranze; e quando dopo un anno di maggese, durante il quale non avrebbe forse sofferto nessuno di questi inconvenienti, la sua raccolta si trova distrutta, l' infelice, che perde per un solo accidente irreparabile la rendita di due anni consecutivi, si trova spesso ridotto alla più spaventosa miseria, mancando dei mezzi indispensabili alla sua sussistenza ed a quella de' suoi bestiami.

I risultamenti ne sono più che mai spaventosi in alcuni luoghi, dove il maggese è qualche volta alternato con una sola raccolta, ed ove la maggior parte di questi flagelli si fa sentir di frequente.

A questo potente motivo di soppressione del maggese assoluto aggiungiamone un altro, abbastanza importante anch'esso, e consiste nel vantaggio, troppo poco calcolato senza dubbio, che risulta pel coltivatore dal pronto risarcimento delle sue anticipazioni, e dalla differenza grandis-

risarcite esser non possono da nessuna rendita.

Non saprebbesi mai abbastanza ripetere che in generale il ripulimento di un campo è più essenziale ancora del suo concimamento; è anche più difficile ad effettuarsi; esige più tempo e più spesa; esercita sulle raccolte un' influenza molto più diretta e più importante pel coltivatore. Invano concimerà egli la terra, l' abboniràà, la preparerà con tutti i mezzi disponibili; se trascura questo, che di tutti è il più importante, e senza il quale tutti gli altri producono sempre effetti incompleti, supplito non avrà mai al suo oggetto. Le semenze da lui confidate alla terra saranno sempre soffocate, o rese almeno meschine, da quelle che antecedentemente trovavansi nel suo seno, le quali, a motivo di questa antecedenza, e d'una più stretta relazione che esiste fra esse ed il suolo, del quale erano le produzioni naturali e spontanee, prima che messo fosse in coltivazione, tendono continuamente a ricuperare i loro diritti, e si trovano generalmente in circostanze molto più favorevoli al loro sviluppo ed alla loro moltiplicazione di quelle che riguardate esser possono soltanto come straniere ed adottive.

Per essere realmente proprietario del suo campo, il coltivatore dee dunque sempre appigliarsi rigorosamente a scacciarne gli antichi possessori, quei vegetali, cioè, che vi aveva sparso la natura, e se vuol farne la conquista in modo permanente e vantaggioso, evitar dee scrupolosamente tutto ciò che potrebbe richiamarvi questi formidabili nemici. Per arrivare a questo scopo, senza annullarne i prodotti, dee usare tutti gli aiuti della sua arte, non potendo che con questo solo mezzo sottrarsi efficacemente all' infecondo e rovinoso maggese.

Ma, supponendo eziandio che la terra abbia assolutamente bisogno, che ristabilite vengano le perdite di sostanze cagionatevi dalle ripetute sottrazioni fatte dalle precedenti raccolte, e che non si abbia disponibile veruno dei letami ordinarii da restituirle, per ristabilire quell' equilibrio che dovrebbe sempre sussistere, anche in questa deplorabile circostanza non vediamo la necessità di abbandonarla a sè stessa per un corso di tempo più o meno lungo, a fine di riparare a tale spossamento. L' uomo può fare in tal caso molto più presto ciò che la natura opera lentamente sotto gli occhi suoi, approfittando delle lezioni che gli dà essa medesima. E qual è di fatto il mezzo da essa adoperato per rendere proprio alla coltivazione un terreno reso sterile dall' insaziabile avidità dell'uomo unita alla sua ignoranza. Quello senza alcun dubbio di coprirlo insensibilmente con vegetali, i cui avanzi annui e successivi formano quel terriccio, ch' è la base essenziale di ogni vegetazione. Si confidino dunque alla terra smunta sementi di poco valore, le quali nella prima loro età attraendo dall' atmosfera gran parte del loro nutrimento, ne esigeranno tanto meno dalla terra. Quando la copriranno di una folta verdura, invece di lasciarsi sedurre dal solletico lusinghiero d' un lieve benefizio apparente e temporario, si sappia rispettare quel prodotto, anzi destinandolo alla ristaurazione del campo, e se ne avrà un esuberante compenso, e si replichi questa operazione quanto spesso lo permetteranno le circostanze nello stesso anno, imperciocchè, quantunque trascorrer sembri quell' anno senza un benefizio positivo, restituirà esso centuplicate in seguito le fattevi anticipazioni, e questo caso rigoroso è forse il solo, in cui sia permesso di nulla esigere dalla terra. Ma ogni coltivatore realmente istruito sui suoi veri interessi, ogni padre di famiglia, il quale meno tenda ai prodotti momentanei e presenti che ad assicurarsi quelli avvenire,

non riduce mai la sua terra a questa situazione estrema, la quale caratterizza sempre l'avido mercenario ed il cieco seguace della consuetudine.

Finalmente, se la natura compatta ed argillosa del suolo esige indispensabilmente rivoltature ed altre operazioni aratorie ripetute nella stagione più calda dell'anno per isminuzzarlo completamente, per purgarlo dalle piante nocive, e prepararlo così a ricevere le semine d' autunno; le coltivazioni in file diligentemente eseguite, e stabilite con le piante più appropriate a questa ingrata natura di suolo, ch' è realmente la più difficile di tutte a trattarsi convenevolmente, e ch'esige eccezioni alle regole in alcune circostanze particolari, per buona sorte assai rare, possono in moltissimi casi procurare alla terra tutte le operazioni proprie a ripulirla, sminuzzarla, ed a fecondarla nel tempo stesso, senza imporre l' obbligo di ricorrere al funesto espediente della improduzione per avere lo stesso effetto.

Nel caso poi anche ove non si credesse di poter conseguire con eguale efficacia il contemplato scopo, servendosi del mezzo produttivo da noi indicato, e messo da moltissimi coltivatori in pratica con pieno successo sopra varii punti in queste difficili circostanze, non possiamo ancora vedervi in generale l' assoluta necessità d' un completo e rigoroso maggese; imperciocchè le operazioni, di cui si tratta, non essendo realmente indispensabili se non nella stagione più calda dell' anno, come già lo abbiamo osservato, nulla impedisce che non si ottenga spessissimo un prodotto qualunque dalla terra innanzi a quest' epoca. Questo prodotto può essere del foraggio verde di veccia d' inverno, e di qualunque altra pianta, o almeno un pascolo formato con piante scelte, seminate immediatamente dopo l' ultima raccolta, quando non si ha potuto, o non si ha creduto di doverla confidare al suolo più presto, coll' approfittare, cioè, a tal uopo della coltivazione che dee precedere l' anno del maggese; o finalmente un concime vegetale, come lo abbiamo testè indicato, prodotto da altre piante egualmente appropriate alle circostanze, e seminate allo stesso tempo, nell'intenzione di riparare col mezzo più spicciativo, più semplice e più economico le perdite del suolo, sotterrandovele in fiore, innanzi alla stagione destinata alle rivoltature d' estate, indispensabili per bene sminuzzare e ripulire questa natura ingrata di terra argillosa e compatta.

Laonde in tutti i casi, salve alcune eccezioni che non possono distruggere il principio, non può esigere rigorosamente, come si vede, chè un maggese incompleto ed accidentale, a certi tempi irregolari e temporarii, e non un abbandono assoluto con ritorni periodici e regolari, chè bandito esser dee a tale oggetto da ogni piano di ragionata coltivazione.

Altri, e ben più forti motivi concorrono ancora con quelli da noi già esposti, per cercar d' estirpare il qui combattuto infelice metodo di coltivazione, metodo però, lo stabilimento del quale, come quello di quasi tutte le costumanze antiche in oggi rese impraticabili, ebbe motivi plausibili nella sua origine.

Ora che per l' effetto necessario di non poche potenti cause il valore intrinseco del suolo è quasi da per tutto considerabilmente aumentato, e che il prezzo della mano d' opera del pari che quello degli oggetti di consumo lo è non meno e dee esserlo nella medesima proporzione, indispensabile diventa lo sforzo di procurarsi con mezzi migliori di quelli ch' esistevano prima di questo nuovo stato di cose, la massa più forte di nuovi vantaggiosi prodotti, e di farlo nel modo il più possibilmente sollecito, sicuro ed economico, per

poter mantenere la necessaria relazione fra la spesa e la rendita, e questo scopo non può essere indubitatamente conseguito altrimenti che col perfezionamento della coltivazione.

Da un altro lato l' aumento enorme delle imposte di diverse nature esige anche esso che il coltivatore aumenti egualmente le sue rendite per poter pareggiare i nuovi debiti; e come ragionevolmente l' osserva Germiny, per soddisfare ai diversi tributi, che ciascuno si fa premuroso d' esigerne, l' agricoltura ha bisogno di tutti i suoi mezzi.

In terzo luogo, anche la popolazione va prodigiosamente accrescendosi da un mezzo secolo in qua, dall'origine, cioè, dei più importanti fra gli agrarii miglioramenti; nella stessa proporzione aumentarsi devono anche il lavoro e le produzioni territoriali, se evitar si vogliono e prevenire le carestie, le emigrazioni, e tutti i mali di tal natura, cagionati inevitabilmente dalla mancanza di quell' equilibrio che dee sempre esistere fra la consumazione e la produzione: anche l' aumento adunque dei bisogni rende necessarie quello degli aiuti. Uno scrittore celebre in economia politica stabilisce che la moltiplicazione della specie umana superando di molto in Europa la quantità di sussistenze che si può ragionevolmente sperare dal territorio che l' alimenta con i metodi attuali, risultare ben presto ne devono le più gravi sciagure; laonde, se questa dispiacevole circostanza fosse dimostrata a tutto rigore, almeno per certe annate, esigerebbe imperiosamente che questi metodi vantaggiosamente modificati venissero quanto più presto è possibile.

Dopo l' esposizione di queste nuove considerazioni, sopra le quali è inutile più lungamente diffondersi, passiamo all'esame delle principali cause che hanno ritardato fino al presente, e che ritarderanno ancora per qualche tempo i progressi della sollecitata riforma, ed esaminiamo quali sarebbero i migliori mezzi di por argine ad inconvenienti sì gravi.

Ostacoli alla soppressione del maggese. Malgrado la solidità dei ragionamenti che militano con tanta forza in favore della soppressione del maggese, e malgrado i fatti numerosi autentici ed evidenti che gli appoggiano nella maniera più positiva, confessare dobbiamo, che molte cause si oppongono ancora, perchè non diventi questa soppressione generalmente pronta ed assicurata, quanto sarebbe desiderabile pel ben inteso interesse dell' agricoltura; e qui ne dobbiamo indicare le principali, additando i migliori mezzi di opporvisi, per accelerare la distruzione o l' indebolimento almeno di quelle cause, quanto permettere lo possono le circostanze.

Quelle che ci sembrano essere le più influenti e le più generali quasi dappertutto, sono la mancanza d' istruzione e di agiatezza d'un gran numero di coltivatori; la forza dell' abitudine degli usi antichi, e specialmente dal pascolo girovago; la grande divisione della proprietà; la privazione di un codice rurale; lo stesso tenore delle locazioni, come anche la breve loro durata; la coltivazione col metodo dei mezzadri; e specialmente i gravi errori commessi da molti agricoltori, sia per un mal inteso calcolo d' interesse, sia per l' ignoranza loro dei veri principii, quando cercano di sottrarsi alla consuetudine, di cui riconoscono gli inconvenienti, e di passare rapidamente senza le convenevoli precauzioni da un avvicendamento vizioso ad uno più produttivo, e quindi più seducente.

Esaminiamo ora successivamente questi diversi ostacoli, tuttora opposti a quell'importante miglioramento che ci occupa, e vediamo quai mezzi vi si potrebbero

contrapporre con qualche speranza di riuscita.

La mancanza d'istruzione generale nelle campagne, sugli oggetti che più ne interessano gli abitanti, quantunque molto minore, che altra volta nol fosse è ancora troppo reale ed estesa.

Dipende questa da moltissime cause più o meno potenti, la distruzione o l'indebolimento delle quali non può essere che l'effetto del tempo, da potersi però accelerare, prima con un ben ponderato piano di educazione primaria, in cui si facesse entrare un compendio chiaro e conciso dei migliori principii d'economia rurale, poi con buoni esempii di amministrazione agraria, dati o dal governo stesso in alcuni stabilimenti rurali, o poderi sperimentali appropriati alle località, ovvero da proprietarii, nei quali lo solo eguagliasse l'agiatezza, mezzo, ad avviso nostro, di tutti il più efficace, la cui influenza non potrebbe mancar d'avere i più felici risultamenti, come un'imponente massa di fatti lo ha già dimostrato bastantemente.

Nell'aspettativa di questo felice cangiamento, invocato già da gran tempo dai voti di tutti gli amici dell'agricoltura, deploriamo la circostanza, che in molti paesi d'Europa favoriti dalla natura del suolo e del clima, come anche dal genio attivo ed industrioso de' suoi abitanti, ove basterebbe in certo modo il volere, per far uscire dalla terra ricchezze incalcolabili, non esista veruna riunione di mezzi generali diretti a questo scopo, e che il sistema miserabile dei maggesi, degno d'un secolo di barbarie, conservi ancora alla nullità sopra alcuni punti una certa parte delle terre facendo languire la coltivazione del rimanente.

Non possiamo dispensarci di qui ricordare a tale proposito l'indicazione dei mezzi generali, il compimento dei quali avrebbe, a parer nostro, incontrastabilmente la più felice e la più pronta influenza sulla prosperità della economia rurale. L'esperienza ha già provato in varii paesi, che da per tutto ove si vorrà ricorrere a questi grandi mezzi, si otterranno sollecitamente gli effetti più soddisfacenti per ogni riguardo.

Diremo altresì, che l'agricoltura avrebbe dovuto essere assolutamente la prima, e che fu invece sventuratamente l'ultima fra tutte le arti, che si abbia cercato di perfezionare quasi da per tutto, poichè fu pel corso di secoli abbandonata, come un vile mestiere, alla classe meno istruita e meno agiata di tutte le nazioni. Bernardo Palissy pubblicò nel suo tempo questa verità dolorosa, tuttora applicabile a moltissimi luoghi: *Si lascia la coltivazione della terra ai poveri ignoranti, e perciò è spesso adulterata*; e questo funesto abbandono ha esistito gran tempo dopo di lui. Da pochi anni soltanto i dotti ed i capitalisti cominciarono ad occuparsene seriamente, considerando l'economia rurale come una scienza di primo ordine, e tentando di perfezionarla, e di trarla da quell'ambiguità, nella quale si trovava sepolta, con l'applicazione d'idee più estese, e di concepimenti più profondi di quelli del volgo, di cui finalmente cessò d'essere riguardata come proprietà esclusiva.

Vediamo quindi l'agricoltura, egualmente considerata come scienza, fare attualmente rapidi progressi ogni giorno; e dee anche necessariamente perfezionarsi da per tutto in ragione diretta dei progressi dell'incivilimento e dei lumi, checchè dir ne possano gli incorreggibili ligii della consuetudine e gli ignoranti loro difensori. Ma gli spiriti limitati, e quelli che sono soltanto pratici, o piuttosto abitudinarii, non perdonano a coloro, che riguardano come semplici teorici, di volere dar loro lezioni, od anche soltanto consigli, e si

appoggiano alla lunga pratica di tal consuetudine, da essi decorata col titolo di esperienza, per ricusare di rendersi all' evidenza, od anche per biasimare ciò che non sanno comprendere.

L' ignoranza così, l' amor proprio, e l'ostinazione respingono quelle innovazioni che non vogliono o non sanno apprezzare. L' uomo del resto abbandona difficilmente quelle abitudini e quelle opinioni, con le quali si è familiarizzato, e per così dire identificato dalla sua infanzia, e che da lui riguardate furono per incontrastabili ed immutabili. Non dee minimamente sorprendere che la soppressione dei maggesi soffra ancora attualmente della resistenza e dell'ostinazione in molti luoghi per parte dei nemici d' ogni specie di miglioramento, essendo andate soggette alla stessa sorte le più utili scoperte del nostro secolo, come l' inoculazione, la vaccina, il mutuo insegnamento, ed altre invenzioni che onorano la specie umana, in onta ai numerosi loro detrattori.

Con tutto ciò disperar non si dee di vedere insensibilmente sparire questo ostacolo, essendosi già considerabilmente indebolito. Speriamo al contrario che l' esperienza, rettificando sempre più la teoria, come questa sa perfezionare la pratica, tali sole basi solide d' ogni scienza esatta si aiuteranno costantemente a vicenda, dopo essere state per tanto tempo isolate; speriamo che riguardandosi finalmente l' agricoltura propriamente detta, ben meno come un'arte sola, che come un complesso di parecchie arti, le quali esigono studio e ragionamento, non si vorrà poi ridurla alla semplice esecuzione delle pratiche antiche, che potevano bensì essere buone altre volte, ma che in oggi si devono opportunamente modificare, per portarle a livello delle attuali nostre cognizioni e dei nuovi nostri bisogni. Come osserva Matteo di Dombasle, fra tutte le istituzioni dell' uomo non ve n' è forse nessuna, che nominare si possa buona o cattiva per sè stessa, ed in modo assoluto; ma acquistano questi caratteri dalle loro relazioni con le circostanze dei tempi e dei luoghi. È duopo adunque che ciascuna di esse ceda il posto ad altre, quando accade che le circostanze, alle quali devono la loro origine abbiano cessato di esistere, ed esse medesime respinte sono da nuove combinazioni, che possono dare ad una disposizione, eccellente per un dato tempo e paese, tutti i caratteri della più funesta istituzione in altri tempi ed in altre circostanze.

Conviene modificare adunque, giacchè le circostanze lo esigono, gli avvicendamenti rigorosamente prescritti dal maggese, e lasciarlo praticare ancora, se non puossi impedirlo, da coloro ai quali manca l' istruzione per ben apprezzare tutti i vantaggi della coltivazione avvicendata perfezionata; ma se lo faccia prudentemente e graduatamente, come se ne vedrà fra poco la necessità: e non si abbandoni esclusivamente l'esecuzione di questa essenziale riforma ad ispettori, direttori, o gastaldi, i quali non possono avere nè lo interesse, nè mezzi d' introdurla efficacemente. Visitinsi dapprima, potendo farlo, quei paesi che offrono i migliori esempii su tal proposito; si esplorino le aziende rurali degli agricoltori più rinomati pei loro successi in questo genere; ponendo specialmente nell' impresa, incominciata che siasi con sufficienti cognizioni, ogni zelo e costanza, senza di che le migliori intraprese non possono mai riuscire compiutamente, non dimenticando che varii tentativi di questa specie mancarono di successo soltanto, perchè i proprietarii non vi impiegarono tutta l' attività, l' assiduità, e la perseveranza necessaria in simili casi, e perchè si fecero lecite negligenze assai dannose, e perchè credettero

che bastasse occuparsene leggermente, e di tempo in tempo, qualche volta anche a grande distanza dalle loro proprietà, per ottenere tutti i bramati successi.

La mancanza d' agiatezza, che è quasi sempre una conseguenza inevitabile del primo ostacolo ad ogni specie di miglioramenti, giacchè il più delle volte deriva dalla mancanza d' istruzione, potrà anche essa svanire o diminuirsi almeno con quella prima causa in moltissimi casi, essendo di notorietà pubblica, che nella Fiandra, nell' Alsazia, nell' Artesia, come in Olanda, nella Svizzera, nella Scozia, nel Palatinato, in Sassonia, in Toscana, in Lombardia, la popolazione della campagna, meno ignorante che nella più parte degli altri paesi dell' Europa, è anche più agiata, più numerosa, più industriosa e più morale, circostanze che meritano la più seria attenzione per parte di tutti i governi, e che parlano altamente in favore di un piano d' istruzione generale.

L'economia rurale dei proprietari agiati ed istruiti dee differire per la forma e pel principio da quella degli infelici schiavi dell' abitudine senza agiatezza e senza istruzione, come l' industria perfezionata del manifattore ricco ed abile differisce da quella del semplice operaio, abbandonato ai suoi deboli mezzi pecuniari ed intellettuali; domanda essa però prima di tutto d'essere appoggiata dei mezzi necessarii, per non restarsi giacente, e per fare molti e rapidi progressi.

Con ragione fu detto che i miglioramenti in agricoltura contano la loro origine dal tempo in cui i proprietarii rurali ricchi ed istruiti v' impiegarono giudiziosamente i loro capitali; e questo giudizioso impiego dei capitali, che tanto fu utile, per esempio, agli Inglesi a perfezionare gli agrarii loro metodi, è quello che più di tutto manca ancora alle nostre campagne. Non è possibile verun miglioramento rurale di qualche importanza senza sufficienti mezzi pecuniari, come sensatamente si esprime quell' antico proverbio, che non potrebbe essere mai propagato abbastanza: *povero agricoltore, povera agricoltura*. Di fatto i perfezionamenti più importanti dell' economia rurale sono altrettanti mezzi per ottenere prodotti netti più considerabili; ma questi prodotti non possono realizzarsi nel maggior numero dei casi, se non dedicando alla coltivazione una più forte massa di capitali di quella, che ordinariamente le viene destinata; ed invece di collocare i loro guadagni od i loro risparmi, come spesso lo fanno, nell' acquisto di nuovi fondi di terre, i coltivatori agiati ne otterrebbero vantaggi molto maggiori impiegandoli al miglioramento dei loro antichi fondi col rettificarne convenevolmente le pratiche di coltivazione. Sarebbe egualmente del loro interesse non confondere, come fanno frequentemente, la avarizia coll' economia; imperciocchè, quanto utile è quest' ultima in tutte le intraprese rurali, altrettanto dannosa diventa in agricoltura la prima perchè si oppone direttamente allo sviluppo completo di tutti quei mezzi che assicurar possono i successi in grande.

In generale la mancanza di mezzi pecuniarii è un forte ostacolo alla soppressione dei maggesi, perchè questa esige più bestiami per procurarsi più letami; somministra essa però anche tutti i mezzi per ben nutrirli, qualora sia stato possibile procurarseli con mezzi sufficienti per mantenerli; che se non si può farlo, meglio sarà differire la riforma, essendo certo che dedicandosi ad una tale impresa senza l'agiatezza, e senza la necessaria istruzione, si può screditare un metodo per se stesso eccellente, il quale non dee essere mai adottato, quando non si posseggano tutti gli spedienti indispensabili per assicurarne il successo.

Convenire però si deve, che con un'attività e con una economia ben sostenute, ed aintate dall' intelligenza e da convenevoli cognizioni molto diminuito può essere questo ostacolo, quando non si riesca a distruggerlo interamente, come non pochi sorprendenti esempi ne hanno offerto la prova.

La forza dell' abitudine rispettivamente agli usi antichi diventa un' altra potentissima causa, che ritardando i progressi dei lumi si opporrà ancora per lungo tempo all'estinzione del maggese.

Indicheremo qui particolarmente a tale proposito il costume antico del pascolo girovago, divenuto in oggi eccessivamente abusivo, e nato da quella stessa cieca consuetudine che qui assoggettiamo al sindacato del raziocinio e dell'esperienza, come fece vedere nella maniera più luminosa Matteo Dombasle nella relazione istruttiva dei pari che dotta da lui fatta alla Società centrale d' agricoltura di Nancy, che si legge col più grande interesse nel primo volume della *Raccolta agronomica* pubblicata da quella Società.

Invitiamo con la massima sollecitudine gli agricoltori a consultare questo prezioso lavoro, il quale sta in istrettissima relazione con l' oggetto che ci occupa, e si appoggia sui migliori principii e sui più solidi ragionamenti. L'autore, dopo aver fatto rilevare tutti i vantaggi della coltivazione alterna perfezionata, dimostra pienamente, come lo dice nel suo epilogo:

1.° Che l' aumento di popolazione nella maggior parte degli Stati d' Europa, i progressi del lusso e dell'industria, esigono necessariamente dall' agricoltura prodotti più abbondanti e più variati, e per conseguenza la costringono ad adottare pratiche differenti da quelle che si seguivano nei tempi antichi;

2.° Che la scoperta di moltissime piante nuove, ora adattate alla coltivazione rurale, esige egualmente combinazioni di coltivazione differenti da quelle ch' erano state adottate per la coltivazione di due o tre specie di piante soltanto, e che vi sono esclusivamente proprie;

3.° Che il diritto del pascolo girovago forma la più forte catena che ritiene il coltivatore nella via dell' avvicendamento triennale e dei maggesi, e per conseguenza il più grande ostacolo a qualunque miglioramento nel sistema di coltivazione, tanto delle terre arative, quanto dei prati;

4.° Che in oggi il pascolo girovago non solo è inutile pel mantenimento dei bestiami, ma che col sopprimerlo se ne potrebbe mantenere un maggior numero, e trarne maggior profitto, ed una più quantità di letami;

5.° Che queste asserzioni sono confermate dall' esempio dei paesi, ove il pascolo girovago è già da gran tempo soppresso;

6.° Che l'uso del pascolo girovago esercita sulla moralità degli abitanti delle campagne la più funesta influenza;

7.° Finalmente che la sua soppressione sarebbe vantaggiosa tanto alla classe poco agiata degli operai delle campagne, quanto ai proprietarii ed ai coltivatori.

Sulla base di tutte queste considerazioni, soggiunge egli, non dee recar meraviglia, l'unanimità, con la quale gli agronomi più illuminati di tutte le nazioni incivilite riguardano la soppressione del pascolo girovago, da per tutto ove ancora esiste, come il più urgente bisogno dell'agricoltura.

Non possiamo che unire i nostri voti a quelli di Dombasle, perchè questo potente ostacolo ad ogni specie di miglioramento rurale sparisca ben presto interamente, e permetta dovunque l' uso delle pratiche ragionate che abbiamo raccomandate.

Dopo il pascolo girovago sono pure

gravissimi ostacoli all' abolimento del maggese la troppo grande divisione delle proprietà ed il loro incastro nelle proprietà limitrofe, i quali inoltre si oppongono fortemente ad una coltivazione comoda ed economica, come anche al ripulimento e diseccamento; oltre che cagionano ordinariamente una perdita di tempo, di forza e di semenza molto più considerevole, che non si crede generalmente; e portano un danno assai grave alla sorveglianza ed alla competente distribuzione dei lavori.

Se quando si è esposti a tali inconvenienti si tenta d' introdurre un avvicendamento ragionato che si allontani in qualche modo almeno dagli usi locali religiosamente osservati dalla maggior parte degli abitanti del paese nessuna raccolta può trovarsi sicura in mezzo ai maggesi ed alle stoppie che circondano i campi soggetti ad un migliore governo; è inevitabilmente devastata, malgrado i mezzi troppo deboli, il più delle volte anche mal eseguiti dell' attuale polizia rurale; e si è quindi costretti di ritornare all'antica consuetudine, per evitare i guasti, le usurpazioni, le liti, gli incomodi, le difficoltà, le risse, ed i delitti d'ogni specie.

Ricorderemo qui a tal proposito le verità, in generale troppo poco sentite, che pubblicò Delpierre il giovine, proprietario rurale nel dipartimento dei Vosgi, nella sua Memoria sui mezzi di effettuare gradatamente e senza violenza la soppressione del pascolo girovago e de'maggesi mediante le praterie artifiziali e le piantagioni.

La lentezza dei progressi dell' agricoltura, dice questo antico legislatore, non deriva sempre dai pregiudizi o dall' ignoranza del coltivatore; ma dipende in varii paesi dalla distribuzione del suolo stesso, sul quale apre i suoi solchi, o da pratiche generali, all' impero delle quali non può individualmente sottrarsi. Per esempio, lo smembramento delle proprietà rurali, l' uso dei pascoli girovaghi, e dei maggesi incatenerebbero per sempre in moltissimi paesi l' amore delle felici imitazioni, o delle utili innovazioni. In un territorio, ove le possessioni sono divise all' infinito, ove le produzioni cereali sono continuamente in preda alle devastazioni del pascolo in comune ove le terre più fertili sono periodicamente condannate ad un riposo che non domandano, invano un agricoltore illuminato vorrebbe naturalizzare i metodi semplici, economici e fecondi, raccomandati dall' esperienza dei nazionali e dei forestieri: applicabili non sono che a un ordine di cose il quale non esiste intorno a lui; il piano che permetterebbe le riforme delle quali sente la necessità, e che ammetterebbe i saggi di cui calcolare seppe i vantaggi, è ancora nel buio del nulla. È forza adunque che la sua buona volontà venga meno innanzi all' ostacolo fisico che la località gli oppone, che segua suo malgrado lo stretto sentiero segnatogli dai suoi avi, che le sue pratiche sieno schiave quando libere sono le sue idee, e che fornito anche di lumi e mezzi di fortuna, mostri il langnore della povertà, ed imiti l'andamento della moltitudine.

Non vi ha, secondo noi, altro rimedio provvisorio a questo male, se non quello di praticare cambi temporarii delle terre che procurano grandi vantaggi reciproci, e che possono operarsi anche tra fittaiuoli senza la menoma difficoltà, prendendo tutte le opportune precauzioni per istabilire i convenienti compensi, relativamente alla quantità, alla qualità, allo stato ed alla situazione delle terre, finchè la legislazione permetta a tutti i proprietarii rurali di fare cambi permanenti, senza essere soggetti alle tasse enormi del fisco, che vi si oppongono nella massima parte dei casi.

Conv
tività e
ed aiu
voli co
sere q
sca a
pochi
ferto
L.
agli u
ma c
lumi
all'e
Ir
prog
giro
abu
suet
cato
fece
Mat
del
cer
leg
vo
bli

gli
zi
re
si
p
av
c
p

la
pr
no
de
co
pra
van
2
te r

quello non meno commendevole di Chassiron, nel dipartimento della Charente-Inferiore, ove, desiderando d' introdurre egualmente un' innovazione utile ai dipartimenti del ponente, pervenne ad interessare i suoi coloni, nella possessione dell' Angle vicino alla Rocella, a seminare a loro spese sul suolo dei maggesi praterie artifiziali ed altre piante di miglioramento; ciò che meritò a quei coltivatori onorevoli ricompense, nel tempo stesso che fece loro raccogliere il frutto della lodevole loro condiscendenza.

Diremo in questa occasione, che col mezzo di clausole giudiziose inserite nelle locazioni facile sarebbe il determinare negli avvicendamenti più difettosi l' introduzione di pratiche capaci di cangiare in pochi anni l' aspetto delle campagne ad esse assoggettate; e tutti i proprietarii rurali gelosi di concorrere alla prosperità del paese, contribuendo così ad accrescere e ad assicurare le loro rendite, non saprebbero mai abbastanza volgere la loro attenzione verso questo mezzo d' agrario miglioramento.

Ma il perfezionare il tenore delle locazioni non basta, bisogna pure che la durata ne sia tale da poter permettere il grande da noi sollecitato miglioramento; ed il termine di tre, sei, ed anche nove anni, è generalmente troppo breve, per potersi dedicare a grandi riforme con tutto il successo possibile. Quello di dodici anni per lo meno facilita l' introduzione dell' avvicendamento quadriennale, ed entra con le opportune precauzioni nell' interesse del proprietario del pari che in quello del fittaiuolo. Questa durata ed altre più lunghe ancora hanno altresì incominciato ad introdursi in varie località con grandissimi vantaggi, e non sapremmo mai abbastanza raccomandare questa felice innovazione.

La miserabile coltivazione per via di mezzadri, a metà frutti, che si estende ancora sopra gran parte dei territorii, come in Italia e nella Svizzera, nella quale il colono a metà è totalmente indifferente ai suggerimenti della scienza ed alle scoperte dell' arte, usufruttuario temporario, limitatissimo in tutti i suoi mezzi ed interamente mancante dei capitali senza i quali nessun miglioramento è possibile, questo colono, diciamo, il quale non può occuparsi che dei bisogni urgenti del momento, senza pensare all' avvenire, è un altro ostacolo direttamente opposto al perfezionamento degli avvicendamenti con la soppressione del maggese.

Questo antiquato e rovinoso sistema è nondimeno assai suscettibile di migliorarsi, ed anche lo fu sopra varii punti, come si osserva in certe locazioni, particolarmente in Piemonte ed in Toscana, a condizioni più conformi ai veri interessi dei proprietarii di quelle che quasi da per tutto esistono dai più remoti tempi. Le principali di queste condizioni consistono nell' obbligo per parte del colono d' ammettere in un ordine ragionato, col mezzo d' un godimento sufficiente per approfittarne, le praterie artifiziali e le piante sarchiate, le quali permetterebbero allora di concimare e di ripulire la terra meglio che non lo si faccia ordinariamente, con l' aumentare il numero dei bestiami, e col rendere anche le sarchiature rigorose indispensabili, come vedremo in appresso.

Questo sistema perfezionato ci sembra nondimeno inferiore a quello per economia, eseguito col mezzo di operai giornalieri o gastaldi interessati, che dà i risultamenti più soddisfacenti ai proprietarii istruiti ed agiati, liberi di adottare quel piano di coltivazione che meglio loro torna, e di aggiugnervi tutte le modificazioni domandate dalle circostanze. Esige però, come ogni altro modo di azienda rurale, più d' istruzione e d' attenzione, che non vi apportino moltissimi di quelli che vogliono

riformare le pratiche rurali viziose; imperciocchè, come osserva giudiziosamente Crud, la maggior parte delle imprese agrarie domanda una perseveranza ed un' assiduità, di cui pochi sono capaci, trattandosi specialmente di quelli che non limitandosi ad una coltivazione già stabilita, tendono al perfezionamento, quando, stanchi della vita del mondo, cercando un mezzo onorevole d'aumentare le loro rendite, si dedicano a tali imprese, dopo aver letto con molto fervore, ma altresì con molta leggerezza, alcune opere sull' agricoltura.

Gli errori commessi da moltissimi agricoltori con prove che intrapresero e che intraprendono ancora ogni giorno infruttuosamente per passare da un avvicendamento antico ad un altro migliore, diventano assolutamente, come abbiamo avuto occasione di dirlo, le cause che si sono principalmente opposte all' abolizione del maggese, perchè hanno ingannato gli stessi riformatori, ed hanno poi servito di pretesto a persistere nella antica consuetudine, ed anche perchè gli sforzi inesperti, come le asserzioni esagerate, nuocono sempre essenzialmente all' adozione delle migliori pratiche agrarie. Questi errori esigono adunque sviluppi di qualche estensione.

È facile a tutti gli uomini versati nella teoria e nella pratica dei migliori avvicendamenti, riconoscere che troppo spesso il coltivatore poco illuminato nuoce al maggiore suo interesse futuro per seguire senza ragione il suo interesse presente, perchè certi avvicendamenti indiscreti condannano alla sterilità la terra per lungo tempo. Si riconosce del pari che l' ignoranza dei veri principii, e specialmente il mal concepito desiderio d' anticipare i prodotti che si possono ragionevolmente sperare da un nuovo ordine e da un nuovo metodo nelle coltivazioni, come anche la mancanza delle precauzioni indispensabili per conseguirli efficacemente, e l' abuso del nuovo stato, al quale si riuscì di condurre la terra con l' introduzione delle praterie artificiali, sono le cause reali del poco successo che distingue troppo sovente le intraprese di questo genere.

Mezzi di soppressione dei maggesi. Cominciamo coll' arrestarci all' avvicendamento triennale, che ammette il maggese completo dopo due raccolte consecutive di cereali, per essere questo il più generalmente diffuso quasi dappertutto, ed anche il più difettoso nelle sue basi. Tentiamo di sostituirgli gradatamente l' avvicendamento quadriennale, che ammette anch' esso alternativamente due raccolte di cereali, ma giudiziosamente intercalate, fra due raccolte miglioranti e preparatorie, che ci sembra essere egualmente il più proprio a servire di modello, perchè può essere ancora ammesso nel maggior numero dei casi, e perchè ha dato costantemente i risultamenti più vantaggiosi a tutti quelli che lo hanno introdotto nelle loro aziende rurali con le precauzioni necessarie per assicurarne il successo.

L'avvicendamento difettoso, al quale vogliamo sostituire un altro che sia nel tempo stesso meno dispendioso e più produttivo, ha il gravissimo inconveniente, nè si può a meno di confessarlo, di non somministrare nessuna specie di foraggio, nè di nutrimento verde qualunque, tranne quell' erba assai mista, ordinariamente poco abbondante e talvolta anche nociva che si lascia crescere spontaneamente per alcuni mesi sul maggese. Ciò è tanto vero che questo avvicendamento non può sostenersi in nessun luogo, se non con l'aiuto di praterie naturali abbondanti e di pascoli tali, quali se ne trovano nelle terre sode, in quelle vane e vaghe, la denominazione delle quali indica tanto energicamente il deplorabile stato attuale di nullità per la coltivazione,

alla quale sarebbero quasi tutte assai proprie con un miglior metodo.

Questi deboli mezzi ed altri di simil genere sono il più delle volte insufficienti per ben nutrire i bestiami indispensabili all'abbonimento delle terre; e questa è una dolorosa verità, alla quale i partigiani del maggese non fanno sufficiente attenzione; imperciocchè, affinchè un avvicendamento sia ben combinato, conviene che le terre arative somministrino tutti i mezzi di procurarsi il letame necessario al loro mantenimento, senza il soccorso dei prati naturali o d' altri mezzi stranieri, come si ha incontrastabilmente con l' avvicendamento quadriennale. Quello triennale è certamente lontano dal dare questo risultamento necessario ad ogni buona coltivazione, e nulla vi è più di raro, come osserva con la solita sagacia il Crud, di vedere quei coltivatori, i quali lo seguono rigorosamente, calcolare quale sia e debba essere la vera proporzione fra l' estensione della loro terra, i letami, il foraggio ed il bestiame della rustica loro azienda.

Questo metodo difettoso di avvicendamento triennale non può adunque in generale produrre che una troppo debole quantità di letami per riparare le perdite considerevoli cagionate dalle due raccolte consecutive di cereali, le quali non solo hanno smunto il terreno, ma lo hanno imbrattato con piante nocive. Finchè esistono queste circostanze, rendono necessario, lo accordiamo, il maggese morto, il quale è però insufficiente per riparare interamente al male, prima perchè non si ha letame abbastanza per concimarlo interamente, poi perchè basta ricorrervi di raro assai per distruggere tutte quelle piante onde si vorrebbe liberarsi.

In questo spiacevole stato di cose che nessuno vorrà mettere in dubbio rimane a vedersi cosa convenga fare per giugnere nel modo più sicuro all'abolizione di questo maggese. Non è da seguirsi l'esempio di tanti agricoltori più avidi che istruiti sui loro interessi, i quali seminano frequentemente sopra il maggese più o meno provveduto di letame, qualche pianta da foraggio annua, come piselli, fave, veccie, cicerchie ed altri equivalenti, per raccoglierla in verde e spesso anche in grano e passare poscia alla coltivazione di quel cereale, che dee immediatamente succedere l'anno del maggese, poichè questo mezzo, quantunque esser possa in alcuni casi, come abbiamo fatto osservare, preferibile al maggese compiuto, ed atto a dare definitivamente risultamenti meno cattivi, specialmente sulle terre naturalmente fertili, e benchè sia forse il più generalmente adottato, è ben lungi dall' essere il migliore.

È possibile senza dubbio che in alcune favorevoli circostanze queste raccolte usurpate al sistema dei maggesi, divengano vantaggiose, perchè offrono una preziosissima provvista supplementaria pel nutrimento dei bestiami, perchè devono smungere poco il suolo, anzi ripulirlo, se falciate vengono per tempo in verde al tempo della fioritura, prima che le piante nocive arrivino a dare il seme o, meglio ancora, se sono consumate sul luogo dai bestiami, ai quali presentano un pasto molto utile, ed anche se lasciano il campo libero abbastanza a tempo per poterlo opportunamente preparare alla prossima seminagione con le rivoltature.

In generale però non si può negare, che queste raccolte addizionali, di qualunque natura sieno, ed in qualunque maniera sieno state fatte, toglier devono una quantità qualunque di sostanza fertilizzante al suolo, ridotto nell' indicato cattivo stato per una conseguenza del difettoso modo di coltivazione al quale fu assoggettato da gran tempo, sicchè non può essere reso netto e produttivo che con le più grandi

precauzioni; se poi, come spesso succede, ottenere si vogliono dalle piante così seminate prodotti di semi, vale a dire una raccolta compiuta che avrà d' altra parte occupato troppo a lungo la terra, perchè possa ricevere in seguito tutte le coltivazioni di che ha bisogno la raccolta futura per riuscire, non dee minimamente in tal caso sorprendere se il cereale che dee immediatamente succedere darà risultamenti meno vantaggiosi, che dopo un maggese compiuto ben eseguito.

Peggio sarà poi se queste tali seminagioni sono di natura ancora più smungente, vale a dire, se si adoperano il colza, il ravizzone, il papavero, il formentone, la canapa, il lino, ed altre piante egualmente avide di letami, la cui coltivazione, non di rado anche negletta, avrà non solo fortemente smunto il terreno, ma lo avrà anche coperto sempre più di piante nocive, le quali sono evidentemente il più grande ostacolo alla soppressione del maggese, e dal distruggere le quali bisogna sempre cominciare indispensabilmente, se ottenere si vogliono reali e costanti successi.

Eppure è questo quel mezzo difettoso, che non supremmo mai biasimare abbastanza, e che adoperato viene da tanti coltivatori per sottrarsi a questo maggese; donde deriva, che sull' ordinario poco successo i nemici del vero sistema di coltivazione perfezionata pronunziano i definitivi loro giudizii contro questo sistema, tanto male eseguito quanto mal conosciuto dai consuetudinarii.

Per evitare questo inconveniente converrà adunque sacrificare al miglioramento della terra il prodotto della seminagione straordinaria, di cui si tratta, sotterrandolo come concime vegetale, al tempo della fioritura delle maggior parte delle piante che le compongono od immediatamente dopo.

Questo eccellente mezzo tuttavia, dal quale converrebbe forse cominciare ogni nuovo avvicendamento per assicurarne bene il successo, ed al quale converrebbe ritornare di tempo in tempo, ad imitazione di varii coltivatori istruiti e buoni calcolatori, per accrescere sempre più lo stato progressivo di miglioramento verso il quale ogni proprietario rurale illuminato tender dee costantemente con tutti i modi possibili, non fisserà in questo momento la nostra attenzione, malgrado tutto il suo merito, specialmente per le terre aride e per quelle che sono fertili naturalmente.

Un maggese così ragionato più produttivo che a prima vista non sembra, al quale giovare può sovente di appigliarsi con grande vantaggio per supplire alla mancanza di letame nel passaggio da un antico avvicendamento ad un piano meglio calcolato, e di cui abbiamo avuto altrove occasione di far sentir tutto il merito, sarebbe certo poco gustato dalla maggior parte dei coltivatori, i quali, se amano di raccogliere spesso anche senza seminare, tanto meno poi sono disposti a rinunziare alla raccolta delle sementi confidate da essi alla terra, e preferirebbero quasi tutti il maggese assoluto, quantunque realmente molto men buono.

Laonde, benchè questo mezzo abbia molto più merito, che non gli accordano moltissimi agricoltori; quantunque dia in ultima analisi più benefizio reale che sulle prime non pare; benchè diventi spesso indispensabile per le terre coperte di germi nocivi, e specialmente assai esaurite, prima di poterle assoggettare vantaggiosamente ad un avvicendamento regolare ben calcolato; quantunque finalmente non escluda sempre rigorosamente un prodotto qualunque pel nutrimento dei bestiami nell' anno in cui si crede di doverlo adoperare, pure non è quello sul quale ci arresteremo per rispettare i pregiudizii su tale proposito.

Si potrebbe anche, finalmente, confi-

dare al suolo nell' ultima seminagione dell' avvicendamento triennale, che è ordinariamente di avena, una semina addizionale di piante biennali o triennali, come sarebbero l' erba-medica, la lupolina, od il trifoglio dei prati, destinate a formare una prateria artifiziale nell' anno di maggese, per distruggerla alla fine di quello stesso anno, indi seminare immediatamente la terra in frumento.

Quantunque questo mezzo sia, come il primo che abbiamo esaminato, uno di quelli usati quasi dappertutto ove si tentò di sottrarsi al maggese, con tutto ciò non crediamo, che sia il migliore da adottarsi generalmente, e nemmeno uno dei più convenevoli, benchè valga meglio della improduzione completa del suolo, come abbiamo fatto osservare, ed ora tentar vogliamo di farne rilevare gli inconvenienti.

È a ricordarsi che la terra, nello stato di deperimento in cui la abbiamo supposta, dee essere necessariamente esaurita ed infestata per le due raccolte successive di cereali che non hanno potuto nè prevenire il suo esaurimento, nè purgarla dalle piante nocive che vi si moltiplicarono; queste sono senza contraddizione le due grandi cause della conservazione del maggese da per tutto ove si segue una sì perniciosa consuetudine, come abbiamo dimostrato.

Questa terra si trova per conseguenza in uno stato assai poco favorevole alla riuscita della prateria artifiziale. Ora, se è vero, come non se ne può dubitare, che un trifoglio netto e vigoroso assicura generalmente una raccolta abbondante in frumento, come lo fanno anche l' erba-medica o la lupolina sopra altre terre nello stesso caso: e siccome è ben evidente, che stabilendo la prateria sotto così poco favorevoli auspicii, non si può essere certi che sarà netta e vigorosa, così anche il frumento che le succede dee necessariamente risentirsi più o meno di questa mancanza di convenevole preparazione.

Laonde il mal successo, che ha caratterizzato più d' una volta il saggio di questo mezzo, non sarà più del primo efficace contro la possibilità d' arrivare alla soppressione del maggese con sicuri vantaggi; ma dimostra invece più chiaramente il vizio del metodo adoperato per riuscirvi.

Nessun avvicendamento quindi può dirsi realmente buono, se prima non riconduce, poi conserva quindi costantemente la terra in uno stato progressivo di nettezza, di ripulimento e di fertilizzazione, dando anche nel tempo stesso costantemente i maggiori prodotti netti; risultamenti che si ottengono generalmente col mezzo di queste coltivazioni preparatorie, e che non si possono mai ottenere compiutamente con un avvicendamento vizioso, anche non lasciando in nessun tempo la terra inattiva.

Riconosciamo adunque, come ben si vede, che la soppressione del maggese e l' arte degli avvicendamenti ragionati non sono sempre una sola e medesima cosa, come si suppone ordinariamente, e confessiamo che vi sono molte terre ove non esiste il maggese, senza che l' avvicendamento sia perciò buono realmente.

Queste verità ci portano a dichiarare che negli sforzi fatti da moltissimi coltivatori per sottrarsi al maggese completo, di cui cominciano a sentire l' inutilità nella maggior parte dei casi, parecchi fra loro che sono soltanto semplici fittaiuoli, s' impegnano in una strada falsa per mancanza di conoscenza dei veri principii, e si permettono d' alterare i metodi sulle loro terre, malgrado le clausole comminatorie delle locazioni, senza adottare un tale conveniente avvicendamento, che risulti di vantaggio pel suolo e per loro stessi, deteriorando questo invece di migliorarlo, e fomentando così le lagnanze troppo

fondate dei proprietarii, che reclamano allora la stretta esecuzione delle locazioni, e risarcimenti da quelli che le violarono.

Vedremo ora se con l'adozione di mezzi meglio ragionati e calcolati di quelli fino ad ora esposti, sia possibile sopprimere efficacemente e gradatamente il maggese assoluto nella maggior parte dei casi.

Dichiareremo prima di tutto, che qualunque sia il mezzo per passare dall' avvicendamento triennale, del quale abbiamo fatto sentire gli inconvenienti principali, a quello contemplato, di cui abbiamo esposto i vantaggi più preziosi, difficilissimo si rende che la transizione possa ampliarsi cominciando nella totalità dell' azienda a motivo della piccola quantità di letame che l' antica consuetudine lascia necessariamente a disposizione del coltivatore, a meno che non possa procurarsene d' altra parte, ciò che non dee mai trascurare tutte le volte che può farlo facilmente e che il farlo si rende necessario.

Osserveremo altresì essere uno degli errori capitali, nei quali cadono quasi tutti quei proprietarii rurali che cercano di migliorare il sistema di coltivazione combattuto, il volerlo sopprimere totalmente all' improvviso ed esclusivamente, alle volte anche senza avere i capitali, l' energia e le cognizioni necessarie per questa intrapresa. La mancanza di successo, che ne risulta, somministra sempre nuovi argomenti contro questa soppressione, perchè non si rammenta o non si conosce la vera causa, attaccandosi soltanto all' effetto prodotto da questa mal consigliata condotta.

Si dica di più che siccome indispensabile si rende di ben provvedere la terra di letame al primo anno dell' avvicendamento, perchè il letame dee influire sui tre anni seguenti, dopo aver operato sul primo; siccome è sempre utile d' introdurre le innovazioni di ogni genere progressivamente, perchè in agricoltura, come in tutte le altre cose, si dee tendere alla perfezione con andamento lento e misurato, a fine di prevenire gli inconvenienti che risultano quasi sempre da un rovesciamento totale degli antichi metodi, ed a fine di poter meglio concepire e studiare i vantaggi del nuovo piano comparativamente con quello al quale si desidera sostituirlo; inoltrarsi così bisogna nel nuovo cammino con altrettanta moderazione che discernimento.

Converrà adunque prima provare questo piano sopra quella estensione di terra soltanto che la quantità di letami disponibili o da potersi acquistare permetterà di ben concimare; giacchè, non si può mai abbastanza ripeterlo col Crud, che tanto costa coltivare il terreno per una raccolta di dieci ed anche di quindici per uno di semenza, quanto per quella che rende soltanto tre per uno. La proporzione di letame che quel suolo ha ricevuto in tempo utile determina spesso sola questa differenza nella quantità dei prodotti, senza che ordinariamente il valore della parte degli umori assorbiti per l' aumento di quei prodotti si avvicini al valore che ha questo aumento di raccolta.

L' estensione di terra che consideriamo nel deplorabile stato di esaurimento e d' infestamento in cui non può mancare di trovarsi immediatamente dopo le due raccolte consecutive di grani, che precedono l' anno di maggese, e che questo esige necessariamente, ha per lo meno altrettanto bisogno d' essere purgata dai germi o dalle radici nocive ond' è coperta, quanto d' essere provveduta abbondantemente di nuovi mezzi di fecondità. Ecco quindi la via che consigliamo di seguire, secondo la pratica degli agronomi più illuminati, per ottenere con sicurezza questi due grandi risultamenti,

facendo prima di tutto osservare che la necessità ed il vantaggio di tenere le terre arative libere da ogni pianta straniera non sono mai state bastantemente valutate nell' antico sistema, che questa nettezza è di rigore nel nuovo.

Supponendo la terra sufficientemente scolata, sbarazzata dai sassi e spianata, come sempre dee esserlo in una buona coltivazione; supponendo egualmente aiuole convesse di dieci a dodici file almeno, sostituite alle porche strette, come dee farsi sui campi argillosi che peccano per eccesso d' umidità; non si dee perder tempo, subito dopo la raccolta dell' ultimo grano nell' antica consuetudine che ordinariamente è l' avena, per dare alla terra, tosto che la costituzione dell' atmosfera lo permette, una rivoltatura seguita da profonde erpicature in tutti i versi, per richiamare alla superficie la maggior parte delle radici delle piante serpeggianti e vivaci, come sarebbero la gramigna, ch' è la più comune quasi da per tutto, l' agrostide stolonifera, molto comune anch' essa, specialmente nelle terre argillose, e trasportarle tutte diligentemente fuori del campo o bruciarle; come anche per determinare la pronta germinazione della maggior parte di quelle piante nocive, che coprono egualmente il suolo.

Questa rivoltatura può essere praticata spesso con molto vantaggio, con l' estirpatore o con la semplice zappetta usata in Fiandra, in Artesia ed in Piccardia, che ha talvolta più vomeri, ciò che rende l' operazione molto più speditiva.

Dopo aver ottenuto questo risultamento, di grandissima importanza, che può alle volte esigere rivoltature ed erpicature reiterate, anche un maggese di estate diligentemente osservato, quando si è lasciato invadere il campo da un folto strato di radici nocchiute assai perniciose, lo che riguardiamo come un caso separato di eccezione, si lascia in questo stato la terra che può essere anche in alcuni casi vantaggiosamente coperta subito dopo la rivoltatura con semenze di piante proprie ad essere sotterrate, come letame vegetale; si lascia così la terra fino al momento in cui si giudica conveniente di affidarle la prima semenza per averne raccolta.

Questo succede ordinariamente alla fine dell' inverno, od al principio della primavera: allora, dopo averla bastantemente coperta di letame, si procede alla nuova rivoltatura ed alla semina di quella pianta, la diligente coltivazione della quale servirà di utilissima preparazione a quella del cereale e della prateria artifiziale che devono seguirla immediatamente.

Questa pianta dee variare secondo le località e le convenienze, le quali possono ammetterne moltissime, quali sono la patata, la rapa, il navone, la rutabaga, il cavolo, la barbabietola, il formentone, il fagiuolo, il pisello, la fava, la lente, la carota, la pastinaca, ed altre d' egual natura, che possono tutte con grande vantaggio coltivarsi in file bene spazieggiate. Prenderemo qui ad esempio la patata o la fava arvense, perchè l' una o l' altra può convenire alla maggior parte delle terre e dei climi, pei quali offrono vantaggi grandissimi che il nuovo metodo contribuirà efficacemente a far sempre più valutare.

Indispensabile si rende di seminare dietro l' aratro a misura che si fa la rivoltatura quella fra queste piante che otterrà la preferenza, collocandola in linee o file bastantemente spazieggiate, perchè gli strumenti possano, senza danneggiare le piante coltivate, sminuzzare e ripulire compiutamente la terra, col lasciare cioè senza semenza, fra l' uno e l' altro solco regolarmente seminato, due altri solchi al più, che sono sufficienti per potere far bene queste utili operazioni.

Terminata la semina, se il tempo lo permette, la terra dee essere erpicata, a fine di sminuzzare ed appianar bene la sua superficie; e sulle terre compatte ed umide il cilindro a punte, spesso adoperato con vantaggio, può essere di grande utilità per dividere le glebe più forti e più dure.

Tosto che le piante coltivate sono spuntate dalla terra abbastanza per segnare interamente tutte le file, e si scorge d' altra parte che il campo comincia a coprirsi nel tempo stesso anche di piante nocive, una lieve erpicatura praticata per lungo e per traverso in un tempo bello, basta ordinariamente per distruggere la maggior parte di quelle fra queste piante che sono annue e germinate recentemente, senza danneggiare sensibilmente le piante coltivate, perchè sono generalmente d' una costituzione più forte e più profondamente radicate.

Questa erpicatura può, e dee anche alle volte essere praticata prima che sieno spuntate le piante coltivate, tosto che si vede la terra coperta di piante parassite e che la costituzione atmosferica è asciutta abbastanza per farle perire dopo d' essere state sollevate dall' erpice.

Qualche tempo dopo, quando si scorge che nuovi germi nocivi cominciano a svilupparsi nel campo, che le piante coltivate sono poco alte, conviene far passare fra gli intervalli di ciascuna fila il piccolo erpice triangolare.

L' uso di questo prezioso strumento, facile a regolarsi del pari che speditivo, al quale si dee ricorrere per questa coltivazione tutte le volte che le circostanze lo esigono, tiene costantemente la terra degli intervalli netta, mobile e fresca nel tempo stesso, ciò che contribuisce singolarmente alla prosperità delle piante coltivate in file.

Finalmente, quando queste piante sono alte abbastanza per poter essere calzate, si opera anche assai rapidamente ed assai facilmente la calzatura, con l' uso della rustica da tiro con le orecchie suscettibili di restringersi e d' allargarsi, perchè questa operazione, che si può replicare quando il caso lo esige, possa eseguirsi compiutamente nella maniera che si desidera. Oltre allo sminuzzamento del terreno da esso procurato, ogni qual volta praticata viene a tempo conveniente, che bisogna saper cogliere per operare a dovere, tiene ancora il grandissimo vantaggio di distruggere la maggior parte delle piante nocive che si trovano nella fila delle piante coltivate ed al loro piede, coprendole di terra, ed è poi facile levare con la mano quelle poche che resistono a questo eccellente lavoro.

Con l' uso di questi semplicissimi metodi, che nei casi ordinarii non domandano più d' un cavallo, e con i quali si arriva a familiarizzarsi ben presto, quasi tutte le piante coltivate possono divenire realmente miglioranti da smungenti che sono, quando vengono abbandonate ad una trascurata coltivazione; diremo anzi che a questi eccellenti mezzi è dovuta quella felice rivoluzione, che si è introdotta nella coltivazione e negli avvicendamenti, da per tutto ove fu adoperata con discernimento.

Subito dopo la raccolta preparatoria delle piante coltivate in file regolarmente spazieggiate e convenientemente intraversate e calzate, che lasciano la terra netta e mobile, somministrando in pari tempo prodotti abbondanti ed assai utili per nutrire gli uomini e gli animali, per sostentare considerabilmente la massa dei letami, si può anche seminarvi il frumento d'inverno sopra una sola rivoltatura o sopra due tutto al più, nei casi più difficili, quando questa raccolta è fatta abbastanza presto per poter praticare la seminagione a tempo opportuno; si può seminare anche

sul frumento, prima, durante o dopo l'inverno, quella prateria artifiziale che meglio conviene alla natura della terra ed alle circostanze locali. Nel maggior numero de' casi però converrà, specialmente al cominciare di questo nuovo avvicendamento, aspettare dopo l' inverno per fare queste due seminagioni; se la terra non si trovasse abbastanza netta e mobile, ciò che succede pur troppo spesso nel tristo caso scelto ad esempio, sarebbe molto vantaggioso rivoltarla in tal circostanza leggermente al più presto possibile dopo la raccolta, per determinare la germinazione, ed operare l' estirpazione delle nuove piante nocive, che potessero ancora esistervi.

Si dovrebbe allora seminare verso la fine dell' inverno sopra una buona rivoltatura della segala di marzo, dell' orzo o dell' avena primaticcia, secondo la natura del suolo ed i bisogni, od anche del saraceno, o qualunque altro grano del pari conveniente; subito dopo stabilire vi si dovrebbe la prateria di trifoglio arvense, o di erba-medica, o luppolina, od anche di un miscuglio dell' una e dell' altra, come fecesi con buon successo sopra terre ingrate che di assai miglioraronsi.

Dopo tante precauzioni così ben calcolate per fertilizzare, sminuzzare e ripulire la terra, è impossibile che nelle circostanze ordinarie questa seconda raccolta notabile non divenga per bellezza, nettezza, abbondante prodotto di grani, e che la prateria così ben preparata, la quale formar dee il prodotto del terzo anno non sia egualmente netta e vigorosa. Spesso anche dopo levata la raccolta cereale si otterrà da questa prateria in autunno un primo taglio abbastanza produttivo, od almeno un pascolo vantaggioso, di cui però converrà guardarsi bene d'abusare, perchè ciò potrebbe diventar nocivo alle raccolte future e converrà migliorarla anche allora o tutto al più alla fine dell' inverno, con l' argilla plastica o con ceneri solforose, tutte le volte che sarà possibile procurarsi questi preziosi abbonimenti, troppo negletti, quantunque meravigliosi ne sieno gli effetti.

Nell' anno seguente si fanno ordinariamente più raccolte abbondanti dalla prateria: conviene però in generale ridurle a due sole, e tosto che le circostanze lo permettono e lo esigono, si sotterrano in autunno con una sola ma profonda rivoltatura, gli avanzi ed anche l' ultimo getto di quella prateria approfittando della freschezza della terra, e cogliendo bene il momento favorevole: poi si semina il frumento d' inverno o la segala che finisce l' avvicendamento per ricominciarlo nell' anno dopo con una nuova coltivazione preparatoria di piante che esigano letami e rigorose sarchiature, per far prosperare la terra e ben prepararla ad altre coltivazioni.

Probabilissimo del pari si rende che il frumento così seminato sopra una terra migliorata per la concatenazione ragionata di tutte le coltivazioni che l' avranno preceduto, dia prodotti più vantaggiosi, sempre che le circostanze atmosferiche, che sono le cause del poco successo al quale si può andare alle volte soggetti ed il quale attribuito viene ordinariamente ai supposti difetti del nuovo metodo, non vi si oppongano con forza; giacchè un' esperienza antica del pari che varia sopra parecchi punti ed in moltissime diverse circostanze, giustifica pienamente questa grande probabilità.

Si potrà ancora in non pochi casi procurarsi nell' ultimo anno dell' avvicendamento una seconda, per così dire, usurpata raccolta di rape, navoni, saraceno, miglio, piselli, veccia, cicerchia per foraggio, o di qualunque altro prodotto equivalente che non esigerà più d' una semplice rivoltatura, la quale contribuirà anche allo

Terminata la semina, se il tempo lo permette, la terra dee essere erpicata, a fine di sminuzzare ed appianar bene la sua superficie; e sulle terre compatte ed umide il cilindro a punte, spesso adoperato con vantaggio, può essere di grande utilità per dividere le glebe più forti e più dure.

Tosto che le piante coltivate sono spuntate dalla terra abbastanza per segnare interamente tutte le file, e si scorge d' altra parte che il campo comincia a coprirsi nel tempo stesso anche di piante nocive, una lieve erpicatura praticata per lungo e per traverso in un tempo bello, basta ordinariamente per distruggere la maggior parte di quelle fra queste piante che sono annue e germinate recentemente, senza danneggiare sensibilmente le piante coltivate, perchè sono generalmente d' una costituzione più forte e più profondamente radicate.

Questa erpicatura può, e dee anche alle volte essere praticata prima che sieno spuntate le piante coltivate, tosto che si vede la terra coperta di piante parassite e che la costituzione atmosferica è asciutta abbastanza per farle perire dopo d' essere state sollevate dall' erpice.

Qualche tempo dopo, quando si scorge che nuovi germi nocivi cominciano a svilupparsi nel campo, che le piante coltivate sono poco alte, conviene far passare fra gli intervalli di ciascuna fila il piccolo erpice triangolare.

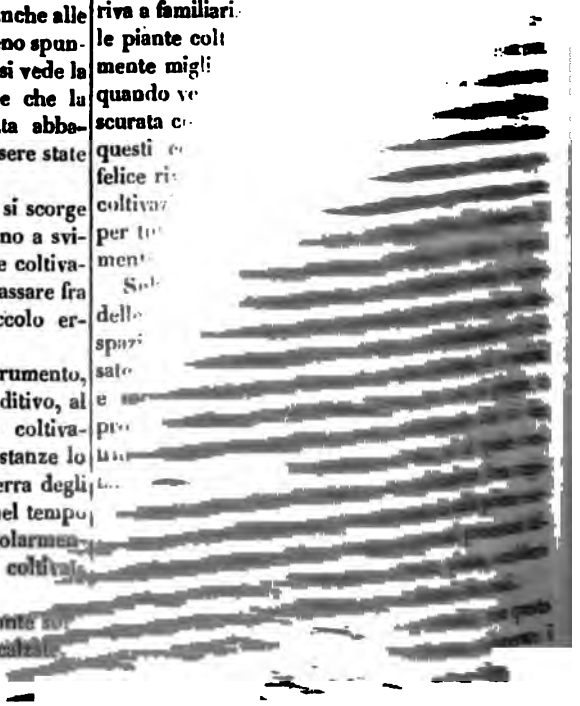
L' uso di questo prezioso strumento, facile a regolarsi del pari che speditivo, al quale si dee ricorrere per questa coltivazione tutte le volte che le circostanze lo esigono, tiene costantemente la terra degli intervalli netta, mobile e fresca nel tempo stesso, ciò che contribuisce singolarmente alla prosperità delle piante coltivate in file.

Finalmente, quando queste piante sono alte abbastanza per poter essere calzate

opera anche assai rapidamente ed assai facilmente la calzatura, con l' uso della [illegible] cana da tiro con le orecchie suscettibili restringersi e d' allargarsi, perchè questa operazione, che si può replicare anche il caso lo esige, possa eseguirsi [illegible] mente nella maniera che si desidera allo sminuzzamento del terreno procurato, ogni qual volta [illegible] a tempo conveniente, che [illegible] cogliere per operare a [illegible] cora il grandissimo vantaggio di [illegible] gere la maggior parte delle [illegible] che si trovano nella fila [illegible] vate ed al loro piede [illegible] ed è poi facile levare [illegible] poche che resistono [illegible] lavoro.

Con l' uso di [illegible] todi, che nei casi [illegible] no più d' un [illegible] riva a familiarizzare [illegible] le piante coltivate [illegible] mente migliore [illegible] quando vengono [illegible] scurata con [illegible] questi [illegible] felice risultato [illegible] coltivazione [illegible] per tutto [illegible] mente [illegible]

Sol[illegible] dell[illegible] spazi[illegible] sato [illegible] e [illegible] pro[illegible] [illegible] [illegible]



rtificiale, ammettere successivamente
ira comune sopra i terreni
inella sopra i più aridi.
re allora relativa-
altra pianta
nine più
base,
piante
ungono,
le produ-
e continua-
bile e feconda,
che non si devo-
nza mai abusare
mento, che risulta di
gato soggiorno delle
(V. AVVICENDAMENTO).
(YVART — MORETTI.)
Dicesi di varie cose che si ri-
la terra nel mese di maggio,
e maggesi, *lana maggese* e

(ALBERTI.)

MAGGIO. V. LUNARIO.

MAGGIOCIONDOLO. V. CITISO e SILIQUASTRO.

MAGGIORANA. Pianta che appartiene al genere origano, originaria del mezzodì dell' Europa, e che si coltiva nei giardini pel soave odore che tramanda e per l' uso che se ne fa nelle cucine pel condimento dei cibi, e principalmente nelle insalate. Fiorisce dal giugno al luglio. Adoperavasi molto altre volte in medicina, e le si attribuivano grandi virtù ; ora tuttavia non si usa gran fatto, benchè abbia proprietà stimolanti evidentissime, pel che potrebbe sostituirsi vantaggiosamente ad infiniti eccitanti più costosi che si traggono da remoti paesi.

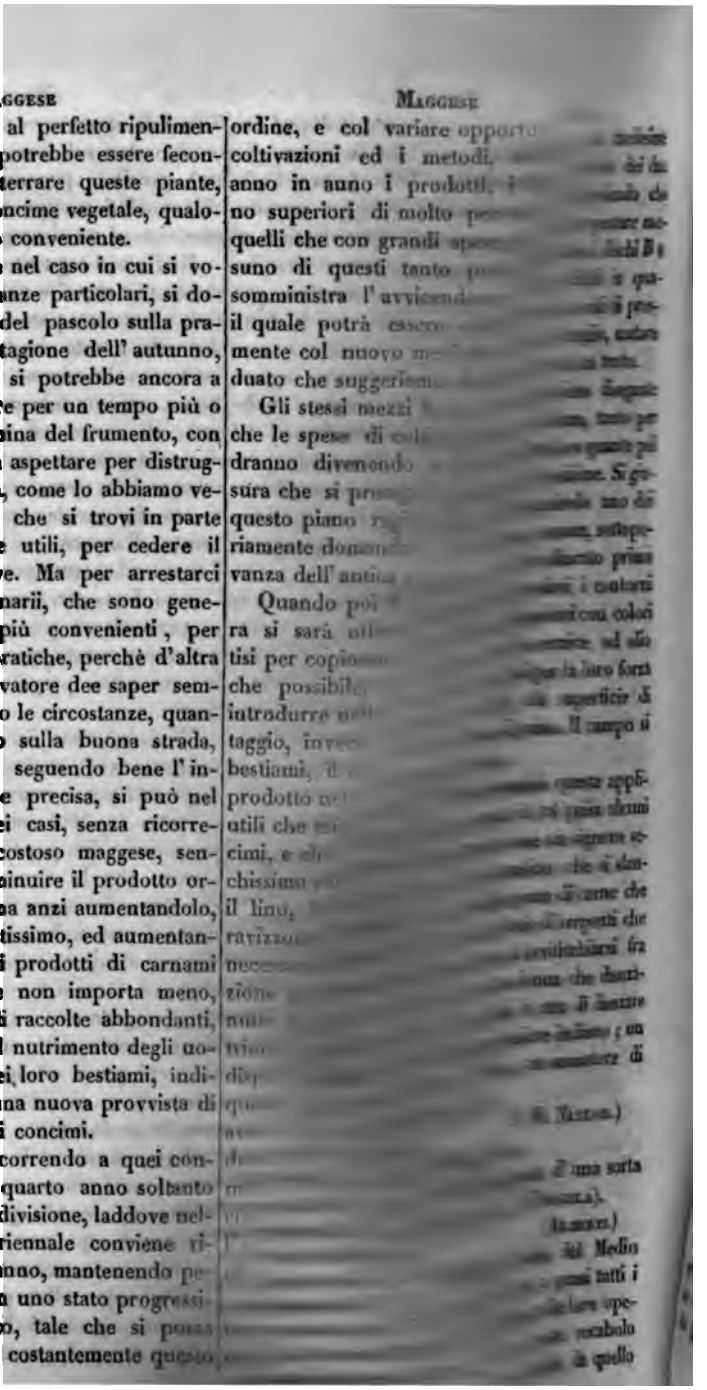
(Dis. delle scienze mediche.)

MAGICA *(Lanterna)*. All' articolo LANTERNA *magica* nel Dizionario venne abbastanza descritto questo curioso stromento di ottica, i cui effetti riescono sor-

sminuzzamento ed al perfetto ripulimento della terra, che potrebbe essere fecondata altresì col sotterrare queste piante, considerate come concime vegetale, qualora ciò fosse creduto conveniente.

Osserveremo che nel caso in cui si volesse, o, per circostanze particolari, si dovesse approfittare del pascolo sulla prateria per tutta la stagione dell' autunno, ed anche più tardi, si potrebbe ancora a tutto rigore differire per un tempo più o meno lungo la semina del frumento, con l' avvertenza di non aspettare per distruggere questa prateria, come lo abbiamo veduto fare alle volte, che si trovi in parte sfornita delle piante utili, per cedere il posto a piante nocive. Ma per arrestarci soltanto ai casi ordinarii, che sono generalmente anche i più convenienti, per non complicare le pratiche, perchè d'altra parte un buon coltivatore dee saper sempre regolarsi secondo le circostanze, quando si trova collocato sulla buona strada, facile è vedere che seguendo bene l' indicazione semplice e precisa, si può nel maggior numero dei casi, senza ricorrere all' infecondo e costoso maggese, senza minimamente diminuire il prodotto ordinario del grano, ma anzi aumentandolo, ciò che importa moltissimo, ed aumentando altresì di molto i prodotti di carnami e di latte, ciò che non importa meno, ottenere una serie di raccolte abbondanti, assai vantaggiose pel nutrimento degli uomini e per quello dei loro bestiami, indipendentemente da una nuova provvista di ricchi ed abbondanti concimi.

Ciò si ottiene, ricorrendo a quei concimi medesimi ogni quarto anno soltanto per ciascun suolo o divisione, laddove nell' avvicendamento triennale conviene ricorrervi ogni terzo anno, mantenendo però sempre la terra in uno stato progressivo di miglioramento, tale che si possa ancora, col seguire costantemente questo



...solo in alcuni casi
...ppresso.
...lle scienze mediche.)
...bismuto. Sottonitrato di
...precipita in forma di pol-
...facendo bollire una solu-
...bismuto in eccesso nell' acido
...Consideravasi altre volte come
...di bismuto, e si usa quale co-
...abbenchè a lungo andare alteri il
...utaneo. (Berzelio.)

...STERO *di china*. Si prepara pren-
...due parti di china china sottilmen-
...verizzata, e mettendola in infusione
...parti di alcole purissimo per lo
...di quattro giorni in un vaso di ve-
...hiuso, esposto ad un calore di 25
...di Reaumur, poi si filtra il li-
...per carta succhiante, ed aggiugnen-
...dell' acqua distillata, precipita al fon-
...materia giallastra che si separa dal
...re per mezzo della decantazione o
filtrazione, e quindi si asciuga al-
...bra, ed è il *magistero di china*. In
...analogo preparansi magisteri di scia-
...a, di scamonea, di guaiaco e simili,
...ttenere da queste droghe le resine se-
...te, le quali hanno virtù assai poco di-
...da quelle delle droghe stesse dalle
...derivano.

...Matteo Duran — Antonio Campana.)

...AGISTERO *di zolfo*. Polvere priva di
...e, di colore giallo bianco, che si ottie-
...versando l' acido solforico diluito in
soluzione satura fatta a freddo di idro-
...ro di potassio, lavando il sedimento
...a che l' acqua riesca insipida, e fa-
...ola asciugare ad un dolce calore. È
...drato di zolfo. (V. Zolfo).

(Diz. delle scienze mediche.)

...AGISTRALE. Chiamano i farmacisti
...iasi preparazione da farsi sul momen-
...i usarla, per non essere di tal natura
...otersi conservare molto a lungo.

(Diz. delle scienze mediche.)

MAGLIA *(Lavori di)*. V. Telaio.

Maglia. Abbiamo veduto nel Dizionario darsi anche questo nome alla campanella od anello dei Licci: indicheremo qui saggi fattisi dalla Società industriale di Mulhouse intorno ad un perfezionamento di questa parte importantissima dei telai da tessere.

La licciata è quella parte del Telaio da tessere, come si vedrà meglio a quella parola, che dee alzare ed abbassare alternativamente, secondo la qualità del tessuto che si vuole produrre, una parte dei fili dell' ordito, per lasciar passare dapprima la spuola che porta la trama, quindi incrociare quei medesimi fili sopra questa ultima, dappoichè venne cacciata dalla cassa al fondo dell' angolo formatosi dall' innalzamento od abbassamento dei fili dianzi accennati, per produrre in tal guisa il tessuto. La forma della licciata o porta-licci e la maniera come è disposta sul telaio variano secondo il genere del tessuto che si dee fare. Per quelli liscii consiste in una specie di graticcio ad intelaiatura formato dall' unione di varie bacchette di legno disposte paralelle a certa distanza fra loro, e legate insieme da un certo numero di fili più o meno grossi, uniformemente scompartiti sulla lunghezza di queste bacchette che dee essere uguale alla larghezza del tessuto. Questi fili sono disposti in guisa da avere verso il mezzo alla distanza delle bacchette, anelli o maglie allungate attraverso le quali passano i fili dell' ordito, e che servono a dare a questo il moto alternato che occorre. Pei tessuti operati che si fanno coi telai alla Jacquard (V. quella parola), questi medesimi fili inanellati sono indipendenti gli uni dagli altri, e caricati alla parte inferiore con un peso di piombo che serve a tenerli tesi. Il filo che si adopera per fare queste licciate è talvolta di lino, tal altra di lana o di cotone, e sempre formato di varii fili torti

insieme, affinchè abbia forza ed elasticità sufficiente per le resistenze che dee sostenere. Si fanno altresì questi fili di metallo o di crine, ma pei tessuti lisci suolsi adoperare quasi esclusivamente il cotone. È facile comprendere che a motivo dei molti movimenti cui le licciate sono soggette, e massime del continuo attrito dei fili dell'ordito sull'anello o maglia che attraversano, avanzando a misura che si forma la tela, ne risulta un assai pronto logorio, sicchè questi anelli si tagliano dopo un certo tempo. Si cercò quindi in varii modi di prolungarne la durata, scegliendo accuratamente le materie onde si fanno, e dando loro una preparazione, mediante una vernice particolare o con bozzima fatta di farina o di fecula.

Siccome non si logora propriamente che quella parte del filo che forma la maglia, mentre il resto rimane intatto, e potrebbe servire molto più a lungo, così cercossi di fare questa maglia con una materia molto più resistente. Varii tessitori provarono quindi maglie metalliche di ferro o di ottone, attaccate da ciascun lato alle bacchette, come al solito, con fili di cotone o di lino. Sembra però che l'esito non corrispondesse, sia perchè queste maglie riuscissero troppo costose, sia per qualsivoglia altra cagione, dappoichè l'uso non se ne diffuse gran fatto. Ora Chretien, fabbricatore di Saint-Etienne, imaginò di fare queste maglie di vetro, e le adoperò con vantaggio per le licciate dei telai sui quali si lavora la seta. La molta durezza e la bella pulitura del vetro inducono in fatto a credere che possano desse prestarsi meglio a questo offizio di quelle di metallo e durare più a lungo.

La forma di queste maglie si è quella di un' ovale leggermente sciacciata nel senso di sua lunghezza, e più o meno grande, secondo la grossezza del filo che dee adoperarsi per tessere. Tengono due piccole traverse verso le cime, in guisa che la loro apertura è divisa in tre parti, quella di mezzo delle quali, che è la più grande, lascia passare il filo dell'ordito, ponendosi nelle altre due i fili delle licciate che le attaccano alle bacchette. Si fanno mediante una piccola forchetta i cui denti hanno distanza uguale a quella che si dee tenere fra le due divisioni estreme, ed intorno alle quali si fa passare un filo di vetro ammollito al color della lampana. Il loro prezzo varia da 2 a 4 franchi al migliaio secondo la grossezza.

La Società industriale di Mulhouse, come dicemmo, venne a fare alcune prove su queste maglie, prendendo di quelle lunghe circa 5 millimetri, e larghe 3, le quali vengono a costare $2^{fr}.5o$ al migliaio. La prima licciata che presentò Chretien a quella Società era fatta con queste maglie legate con crini, e lavorava da 18 mesi sopra un telaio mosso da macchine, e sul quale si erano già fatte circa 150 pezze di tele di cotone, lunga ciascuna 50 metri. Le maglie si erano mantenute affatto intatte, e promettevano avere a durare ancora per molti anni; ma erasi dovuta cangiare la maggior parte dei crini. Questa materia non sembra invero convenire gran fatto a questo uso per non essere abbastanza flessibile, e troppo facilmente soggetta a spezzarsi. Una di queste licciate, larga 90 centimetri ed a 75 pagliuole, viene a costare 40 franchi. Si vede che difficilmente i tessitori si risolverebbero a far questa spesa, tanto più che non avrebbe equivalente compenso nella maggiore durata. Val meglio sostituire ai crini fili di cotone, ed è ciò appunto che fecesi dalla Società di Mulhouse per continuare ad approfittarsi della prima licciata di saggio. Questi fili sostituitisi durarono più di un anno senza che vi apparisce logorio sensibile. Fecersi allora montare altre licciate simili, fatte interamente con fili di

cotone, e guerniti di maglie di vetro. Il primo di questi esaminato dopo sei mesi di lavoro fece conoscere il logorio del filo non essere stato nulla più sensibile di quello che nell' altra licciata, in cui i fili di cotone eransi poco a poco sostituiti a quelli di crine, cioè che contavano circa 18 mesi.

Paragonando la durata di queste nuove licciate a quelle comuni, e tenendo conto del prezzo si delle une che delle altre, si giugne ai risultamenti che seguono.

Una licciata comune di fili di cotone torto, verniciato od apparecchiato con bozzima, sopra un telaio da tessere con macchine pel lavoro di tele di cotone, costa 2$^{fr.}$,50 tutto compreso, e può servire, a termine medio, pel lavoro di 25 pezze, ciascuna di 50 metri di lunghezza. La spesa a termine medio viene ad essere quindi 10 centesimi per ogni pezza.

Quanto alle nuove licciate fatte con filo di cotone torto preparato egualmente e con maglie di vetro, la Società fece il conto che segue. La prima licciata venne a costare, compresavi la compera delle maglie che importò 7$^{fr.}$50, 12 franchi. In capo ad un anno e mezzo calcolasi che convenga mutare il filo di cotone, locchè, compresa la fattura, la quale è maggiore che nelle licciate comuni, cagiona una spesa di 4$^{fr.}$,50.

Supporremo che le maglie non durino che sei anni, quantunque sembri molto probabile che possano servire assai più a lungo. Per questi sei anni si avrà adunque una spesa di 12 franchi pei primi 18 mesi, poi di 4$^{fr.}$50 ogni 18 mesi pel rimanente dei sei anni, il che porta la spesa totale a 25$^{fr.}$50, per un prodotto di 600 pezze da 50 metri. Siccome si è veduto più sopra che la manutenzione delle licciate comuni, calcolata a 10 franchi all' anno, avrebbe costato per lo stesso spazio di tempo 60 franchi, vi è una differenza di 35$^{fr.}$,50 o circa 6 franchi all' anno per ogni telaio in favore del nuovo modo di costruzione delle licciate, locchè su 300 telai produce una annua economia di 1800 franchi.

Questo vantaggio non è però il solo che la Società riconobbe in queste nuove licciate. Le maglie essendo di color carico appariscono meglio sul fondo dei fili dell' ordito, e l' occhio restandone sempre aperto, ne risulta, massime quando si lavora al chiaro delle lampane, che i fili spezzati si rimettono più facilmente, e cagionano perdite di tempo minori. Avvi di più un' altra economia in quanto che costa meno l' unire a torcimento i fili dell' ordito di quello che farli ripassare nelle maglie, e siccome è necessaria questa operazione ogni qualvolta si muta la licciata, mentre si unisce a semplice torcimento quando l' ordito è finito, il passaggio dei fili nelle maglie di vetro non si fa che una volta all' anno, invece di 4 volte che convien farlo attualmente, circostanza che merita qualche riguardo in una manifattura un po' estesa. Quello finalmente che sembra parlare in favore di questa nuova applicazione, indipendentemente da quanto si disse qui sopra, è che tutti gli operai chiedono istantemente di essere provveduti di simili licciate. Chiunque conosce i pregiudizii e l'avversione che si ha generalmente nelle officine per ogni innovazione, ben vedrà come questo solo fatto dimostri il vantaggio che si trovò nel servirsene. La Società di Mulhouse dichiarò adunque l' uso delle maglie di vetro, come un' importante miglioramento da introdursi nella fabbricazione delle licciate pei telai da tessere, raccomandandone l' uso.

(E. Dollfus.)

MAGLIANESE. Sorta di Susino. (V. questa parola) che non solo desidera luogo grasso ed umido, come gli altri, ma assolatio, caldo ed aperto.

(Alberti.)

insieme, affinchè abbia forza ed elasticità sufficiente per le resistenze che dee sostenere. Si fanno altresì questi fili di metallo o di crine, ma pei tessuti lisci suolsi adoperare quasi esclusivamente il cotone. È facile comprendere che a motivo dei molti movimenti cui le licciate sono soggette, e massime del continuo attrito dei fili dell'ordito sull' anello o maglia che attraversano, avanzando a misura che si forma la tela, ne risulta un assai pronto logorio, sicchè questi anelli si tagliano dopo un certo tempo. Si cercò quindi in varii modi di prolungarne la durata, scegliendo accuratamente le materie onde si fanno, o dando loro una preparazione, mediante una vernice particolare o con bozzima fatta di farina o di fecula.

Siccome non si logora propriamente che quella parte del filo che forma la maglia, mentre il resto rimane intatto, e trebbe servire molto più a lungo, cercossi di fare questa maglia con materia molto più resistente. Varii provarono quindi maglie metalliche di ottone, attaccate da alle bacchette, come al solito cotone o di lino. Sembra non corrispondesse, sia p glie riuscissero troppo qualsivoglia altra cagio non se ne diffuse gran fabbricatore di S fare queste mag con vantaggio quali si lavora e la bella pol fatto a crede meglio a q lo e dura

La for di un' ov so di su second perars

traverse verso le cime. ir ro apertura è divisa in mezzo delle quali, el lascia passare il filo nelle altre due i attaccano alle l te una piccola distanza ugu fra le due alle quali mollito prezzo secon

I. proporzione che mo nsero discendendo nel s erazione. Circondan l il ne ingegnature, come si os- ende adattato a ete ; stanno sopra terra oltre ate, senza bisogno di palchi, erciò adoperare come appari- adattato altresì a battere pali. ano le teste assai basse, nel e rivolge il maglio, e si ado- modo che viene rappresenta-

mplice sono da notarsi ssanti prerogative. Primiera- ne si essere trasportato ro, e ad essere adope- più angusti. Attesa la ige poca spesa per essere nullo o tenuissimo e il costo manutenzione. Siccome poi la ire trovasi immediatamente, e ne applicata a sollevare il magli un organo intermedio, così l'azio- si rende tutta proficua, non sente niuna parte ne a vincere gli attriti, e della rigidezza edesimo. Quindi si ottiene pure il maglio si acquista per

...iano gli
...le-
...
...
...
...più
...difficile
...perfetta-
...palo, e lo per-
...con tutta la forza
...peso, ed all' al-
...poichè appunto quanto
...le aste, tanto più sen-
...l' effetto delle diverse sta-
...atori, e della diversa ener-
...cui agiscono sulla direzione che
...il maglio nella sua salita e nella
...discesa. Per la qual cosa si è conosciuto in pratica che l' impiego de' magli semplici non può convenire se non che in que' casi, nei quali la lunghezza dei pali da affondarsi non arriva che a due, od al più a tre metri. Ma anche per l' affondamento de' pali che non oltrepassano codesto limite di lunghezza, può l' uso del maglio semplice riuscire inefficace, ove si tratti di pali di molta grossezza, da piantarsi in un terreno, che opponga una vigorosa resistenza. Ed in fatti l' impeto della percossa d' un maglio non può crescere che fino ad un certo limite, atteso che i due elementi dai quali esso dipende, cioè il peso del maglio, e la velocità acquistata nella caduta, hanno entrambi limiti da non potersi trascendere. Non la velocità, perchè questa non può avere un valor maggiore di quello che corrisponde alla massima elevazione, cui un uomo di statura ordinaria può portare il maglio sopra la testa del palo; altezza che può fissarsi ad un metro o poco più. Non il peso del maglio, perchè proporzionatamente al crescere di questo convien che cresca il numero degli operai; e moltiplicandosi queste troppo sarebbe difficile farli operar ...ndo, e senza confusione, come si ...ele acciocchè ne risulti un effetto ...golare, e senza perdita di forza. Che ...nzi, quantunque sia stato detto or' ora che il peso del maglio semplice si fa giugnere talvolta fino a chilogrammi 250, tuttavia sembra che in pratica non debba convenire l' uso di magli di tanto peso, e che al più, per un regolare effetto possa adoperarsi un maglio del peso di chilogrommi 100, pel maneggio del quale occorre l' impiego di cinque a sei persone, massimo numero da cui possa sperarsi un' azione concorde, e tutta proficua all' effetto cui si mira. Per tanto l' impiego del maglio per l' affondamento dei pali si riduce semplicemente a quei casi, nei quali la resistenza da vincersi non eccede il valore della percossa prodotta dal detto peso di chilogrammi 100, caduto dalla indicata altezza d' un metro o poco più.

(NICCOLA CAVALIERI SAN BERTOLO.)

MAGLIO. Chiamano i macellai quel grande martello di legno o di ferro che usano per uccidere i buoi.

(ALBERTI.)

MAGLIO. V. MAZZO.

MAGLIO. Davasi anticamente questo nome ad un lungo martello che usavasi come arma, e pesava talvolta fino a 25 libbre. Narrano le storie, per esempio, che sotto il Re Carlo V eransi preparati 3 a 4,000 magli di ferro per armarne le milizie.

(Dis. delle Origini.)

MAGLIO *da calafato*. V. CALAFATO.

MAGLIUOLO. Nodo di ramo di qualsivoglia albero.

(ALBERTI.)

MAGLIUOLO. Si dà questo nome a quel

ramo tagliato in guisa nel luogo ove si innesta in un altro da avere la forma di martelletto, e che mettesi in terra ad oggetto di propagare le piante, essendo metodo comunissimo, massime per le viti. Siccome il levare questi maglinoli indebolisce la pianta madre, così un proprietario avveduto non dee lasciarli prendere quando i ceppi non sieno più che vigorosi. I vignaiuoli però, non mirando che ad aumentare la raccolta più prossima, la sola che loro interessi, li moltiplicano invece quanto più possono.

(Bosc.)

MAGNANO. Prendesi oggidì questa parola quasi come sinonimo di quelle CHIAVAIO o CHIAVAIUOLO, per indicare cioè quell' artefice che forma sua particolare occupazione della fabbricazione di chiavi e serrature. Noi vogliamo non pertanto attenerci piuttosto al significato più esteso in cui venne usato talvolta, vale a dire per indicar quell' artefice che si occupa di lavori minuti, e di piccoli ingegni di ferro, serbando il nome di chiavaio a chi di sole chiavi e serrature si occupa, e quello di FABBRO semplicemente o *fabbro ferraio* a quello che fa i lavori più grandi di ferro. Questa distinzione crediamo utile ad introdurre chiarezza e ricchezza nel linguaggio delle arti.

Ritenuta questa definizione non può riguardarsi il presente articolo che quale compimento di quello FABBRO, imperocchè ben si vede, come la maggior parte delle pratiche di una stessa arte abbiano ad essere le medesime tanto pei pezzi più grandi come per quelli più piccoli. Abbiamo pertanto veduto a quella parola, quanto sia difficile trovare un buon fabbro, e lo stesso dir si dee del magnano, e si è a lungo ivi trattato degli indizii per scegliere il ferro che abbia le qualità opportune all' uso cui dee servire. Agli articoli FERRO del Dizionario e di questo Supplemento possono vedersi ulteriori e più estese indicazioni su tale proposito, come pure agli altri GHISA ed ACCIAIO si parla dei caratteri che distinguono le varie qualità di questi due materiali che sovente occorre impiegare al fabbro ed al magnano ugualmente. Della forma della FUCINA si è parlato alcun poco all' articolo FABBRO medesimo, ed in articolo apposito si descrisse una maniera di applicarvi il soffio ad aria calda. (V. FUCINA).

Generalmente parlando la fucina adoperata dai magnani consiste in un piano orizzontale di muro o di ghisa ad una certa altezza, leggermente incavato in un punto della sua superficie ove mettesi il combustibile. Da un lato di questo piano, in vicinanza al punto ove sta il fuoco, avvi una parete verticale di muro o di ghisa, forata alla parte inferiore con un buco pel quale esce il buccolare che slancia dell' aria nel mezzo del fuoco. Questa parete sostiene inoltre una capanna posta a sufficiente altezza per non incomodare l'operaio nel suo lavoro, e che riceve e conduce in una canna di camino i gas prodotti dal fuoco. Per lo più nelle officine si accoppiano le fucine due a due dirigendone il fumo in uno stesso camino. Lo spazio che occupano suol essere di un metro quadrato per ciascheduna. Si fa il soffio con un mantice a mano o con macchina soffiante mossa da un motore comune a tutte le fucine. Ricorresi specialmente a questo ultimo mezzo nelle officine dove abbiasi una forza motrice per altri oggetti, od anche nelle officine di magnano semplicemente quando v' abbiano più che 20 di tali fucine. La massima forza necessaria per muovere a mano il mantice di ciascuna di esse si reputa di 1/5 di cavallo.

Abbiamo ricordato più sopra come all' articolo FUCINA si parlasse dell' uso dell' aria calda per avvivare il fuoco nelle

fucine e dei vantaggi di esso. Non sarà inutile parlare con qualche maggiore estensione su questo argomento.

La rapidità con cui l' uso dell' aria calda si diffuse nell' Inghilterra, e di là poi nel continente, per la fabbricazione del ferro, e la grande ed evidente utilità che in quella se ne trasse, destarono fino da principio il desiderio di conoscere se questa applicazione potesse ugualmente tornar di vantaggio nell' ulteriore lavoro di quel metallo per una quantità di oggetti che si fanno nelle fucine col ferro e coll' acciaio. La esperienza sembra oggidì aver sciolta affermativamente tale quistione.

Gli apparati per applicare l' uso dell' aria calda ai piccoli focolari delle fucine variano in molte guise, essendo analoghi del resto a quelli che si adoperano negli alti fornelli, alcuni dei quali vennero da noi descritti all' articolo Ghisa (T. XI di questo Supplemento, pag. 286 e seguenti). Ci limiteremo pertanto qui ad indicarne le disposizioni in generale, riserbandoci più innanzi a descrivere con figure quello del Gross, accennatosi soltanto all' articolo Fucina. Solitamente adunque l' apparato suol farsi di ghisa, e l' aria vi giugne dal mantice per un tubo posto dietro al focolare, come nelle fucine comuni. Ma in questo caso, in luogo della semplice parete, donde esce il bucolare, avvi una specie di cassa di ghisa con varii scompartimenti nell' interno, i quali tutti sboccano gli uni negli altri. Prima di giugnere all' orifizio del bucolare l' aria scorre in tutti questi compartimenti venendo a contatto con l' estesa superficie di essi riscaldata dal fuoco stesso della fucina. La piastra anteriore esposta a tutto il calore del focolare andrebbe esposta a fendersi per l' ineguaglianza del riscaldamento, ma si procura di fondere separatamente la parte centrale che forma il bucolare, facendola molto più grossa e mobile in guisa da potersi facilmente cangiare quando col lungo uso si abbrucia.

Altri apparati si compongono di alcuni tubi di lamierino che serpeggiano al disopra del fuoco, e ne ricevono l' azione, dovendo l' aria scorrere in essi riscaldandosi fortemente prima di giugnere al focolare; ma l' uso di questa disposizione presenta alcuni inconvenienti. Il mezzo più generalmente adoperato è quello imaginato da Taylor, e consiste nel fare di ghisa ed a doppio fondo la base del focolare, obbligando l' aria a percorrervi un infinità di giri, mediante tramezzi di ghisa, sicchè non giunga al bucolare che dopo essersi riscaldata assai fortemente. Ben si vede che volendo si potrebbero combinare tutti e tre questi mezzi facendo girare il tubo che conduce l' aria al disotto, al disopra e dietro al focolare, avendosi sempre buoni effetti, purchè il tubo sia abbastanza vicino al fuoco per venirne riscaldato. Costruendo l' apparato con piastre di ghisa adoperasi per lutare queste il cemento composto di zolfo, sale ammoniaco e limature di ferro, o, meglio ancora, uno composto di sei parti di limature di ferro o di ghisa, una di cerussa ed una di argilla, riducendo il tutto a consistenza pastosa con aceto vigoroso che favorisca la ossidazione della limatura. Questo cemento resiste al fuoco più intenso. Quando l' apparato di riscaldamento è fatto a dovere, il calore dell' aria basta per azzurrare il ferro che le si presenta.

Fecersi in Germania esperimenti di confronto con l' aria fredda e con l' aria calda in una fucina comune. Con l' aria fredda abbisognarono 66 chilogrammi ed un ettogrammo di carbon fossile per lavorare 49 chilogrammi di ferro inglese quadrato di 13 millimetri di lato e ridurlo in chiodi, avendosi la perdita di un 12 per o/o sul peso del metallo: con l' aria calda non si impiegarono che 42 chilo-

ramo tagliato in guisa nel luogo ove si innesta in un altro da avere la forma di martelletto, e che mettesi in terra ad oggetto di propagare le piante, essendo metodo comunissimo, massime per le viti. Siccome il levare questi magliuoli indebolisce la pianta madre, così un proprietario avveduto non dee lasciarli prendere quando i ceppi non sieno più che vigorosi. I vignaiuoli però, non mirando che ad aumentare la raccolta più prossima, la sola che loro interessi, li moltiplicano invece quanto più possono.

(Bosc.)

MAGNANO. Prendesi oggidì questa parola quasi come sinonimo di quelle CHIAVAIO o CHIAVAIUOLO, per indicare cioè quell' artefice che forma sua particolare occupazione della fabbricazione di chiavi e serrature. Noi vogliamo non pertanto attenerci piuttosto al significato più esteso in cui venne usato talvolta, vale a dire per indicar quell' artefice che si occupa di lavori minuti, e di piccoli ingegni di ferro, serbando il nome di chiavaio a chi di sole chiavi e serrature si occupa, e quello di FABBRO semplicemente o *fabbro ferraio* a quello che fa i lavori più grandi di ferro. Questa distinzione crediamo utile ad introdurre chiarezza e ricchezza nel linguaggio delle arti.

Ritenuta questa definizione non può riguardarsi il presente articolo che quale compimento di quello FABBRO, imperocchè ben si vede, come la maggior parte delle pratiche di una stessa arte abbiano ad essere le medesime tanto pei pezzi più grandi come per quelli più piccoli. Abbiamo pertanto veduto a quella parola, quanto sia difficile trovare un buon fabbro, e lo stesso dir si dee del magnano, e si è a lungo ivi trattato degli indizii per scegliere il ferro che abbia le qualità opportune all' uso cui dee servire. Agli articoli FERRO del Dizionario e di questo Supplemento possono vedersi ulteriori e più estese indicazioni su tale proposito, come pure agli altri GHISA ed ACCIAIO si parla dei caratteri che distinguono le varie qualità di questi due materiali che sovente occorre impiegare al fabbro ed al magnano ugualmente. Della forma della FUCINA si è parlato alcun poco all' articolo FABBRO medesimo, ed in articolo apposito si descrisse una maniera di applicarvi il soffio ad aria calda. (V. FUCINA).

Generalmente parlando la fucina adoperata dai magnani consiste in un piano orizzontale di muro o di ghisa ad una certa altezza, leggermente incavato in un punto della sua superficie ove mettesi il combustibile. Da un lato di questo piano, in vicinanza al punto ove sta il fuoco, avvi una parete verticale di muro o di ghisa, forata alla parte inferiore con un buco pel quale esce il buccolare che slancia dell' aria nel mezzo del fuoco. Questa parete sostiene inoltre una capanna posta a sufficiente altezza per non incomodare l'operaio nel suo lavoro, e che riceve e conduce in una canna di camino i gas prodotti dal fuoco. Per lo più nelle officine si accoppiano le fucine due a due dirigendo il fumo in uno stesso camino. Le fucine che occupano suol essere di un piede quadrato per ciascheduna. Si fa [illegible] con un mantice a mano o con [illegible] soffiante mossa da un motore [illegible] tutte le fucine. Ricorresi [illegible] questo ultimo mezzo nelle [illegible] abbiasi una forza motrice [illegible] getti, od anche nelle officine [illegible] no semplicemente quando [illegible] che 20 di tali fucine. [illegible] necessaria per muovere [illegible] di ciascuna di esse al [illegible] cavallo.

Abbiamo ricordato [illegible] l' articolo FUCINA [illegible] l' aria calda [illegible]

nella ghisa per ricevere le viti che uniscono questo serbatoio con la cassa di aria; *d* è il foro per rimettervi l'acqua. La fig. 4 finalmente mostra una sezione trasversale e verticale dell' apparato compiuto. In *e* avvi un'animella di ottone di peso variabile, che apresi per la pressione della corrente formata dal mantice, e si chiude da sè quando si arresta questa corrente, servendo ad impedire l' accesso del vapore nel mantice; *i* è una capacità in forma di prisma triangolare per ricevere i vapori che sollevansi dal serbatoio e condurli pel bucolare sul fuoco insieme alla corrente di aria calda; *g* è un robinetto per vuotare l' acqua del serbatoio; A è la capanna del camino, di ferro e lamierino, più leggera e più elegante di quelle usate presentemente. Le altre lettere indicano gli stessi oggetti che nelle precedenti figure.

Si vede che in questo apparato l' aria del mantice si riscalda nel modo più semplice dal fuoco stesso della fucina, e che la grossezza della parete interna *k* della cassa, riscaldata una volta che sia, innalza facilmente la temperatura dell' aria slanciata dal mantice prima che esca dal bucolare. Vedesi parimenti che la parete interna del serbatoio di acqua, essendo immediatamente a contatto del combustibile incandescente, si dee continuamente innalzare da quel serbatoio del vapore acqueo che uscendo dall' apertura *a* si mesce nella capacità triangolare con l' aria riscaldata della cassa.

Riferiremo adesso il risultamento medio di parecchie serie di esperimenti fattisi con due fucine stabilite nella scuola veterinaria di Stuttgart, nelle quali i due mantici sono di forza assolutamente uguale, e si regolarono in guisa da inviare su ciascun fuoco un ugual volume di aria in un tempo dato.

	Dieci spranghe provenienti da vecchii ferri di cavallo, e del peso complessivo di 7 chilogrammi, esigettero per essere bollite in due caldi						Occorre pel lavoro di un massello di 12chil.,5		Per portare 2 chilogrammi di ferro nuovo in ispranghe due volte al calor rosso di bollitura, occorsero		Una fucina da chiodaiuolo esigette in 12 ore
	Carbone di legna		Carbone fossile		Cokz		Carbone di legna		Torba		Carbone fossile
	Peso	Tempo	Peso	Tempo	Peso	Tempo	Peso	Tempo	Peso	Tempo	Peso
	chil.	min.	chil.	min.	chil.	min.	chil.	min.	chil.	min.	chil.
Con l' aria fredda	8,5	30,5	11	31,5	5,75	28	12,5	38,5	15	27,5	15,5
Con l' aria calda	5,5	23,	8,5	21,5	3,25	22,5	7,5	25	11,5	16,5	13,
Differenza	3,	7,5	2,5	10,	2,5	5,5	5,	14,5	3,5	11,	2,5
Economia per o/o	27,5	12,5	11,5	16,	21,5	10	20	18,5	11,5	20,	8.

Da questo quadro risulta doppio essere il vantaggio che l' apparato procura, poichè da un lato produce un' economia di un 30 a un 40 per o/o sul combustibile, sia desso carbone di legna, carbon fossile o coke, e dall' altra una economia di 15 a 20 per o/o sul tempo; inoltre queste esperienze confermarono la vantaggiosa influenza di questa maniera di riscaldare il ferro sulla sua qualità, e la minor perdita che vi aveva in confronto delle ordinarie fucine ad aria fredda.

Fra i vari apparati per riscaldare l' aria negli alti fornelli che si potrebbero, con leggere modificazioni, applicare alle piccole fucine, quello del Gross sembra di tutti il più semplice ed il più economico. L' inventore riassume come segue i vantaggi che sembra presentare in tutti i lavori delle officine la sua fucina ad aria e vapore.

1.° Lunga durata dell' apparato, le cui parti sono poche, solide e poco soggette a guastarsi;

2.° Facilità di applicazione a tutte le officine, massime a quelle già munite di piastre di ghisa nel lato donde esce il bucolare;

3.° Comodità di servigio, poichè una fucina disposta in tal guisa non occupa spazio maggiore di una fucina comune, l' apparato non incomodando in verun modo gli operai nei loro lavori. Si può inoltre con facilità e prontamente rimettere un pezzo qualunque che siasi spezzato o guasto;

4.° Riscaldamento sollecito ed a temperatura elevata dell' aria slanciata dal mantice, essendosi riconosciuto per esperienza che dopo alcuni momenti di lavoro i pezzi di piombo introdotti nella cassa d' aria non tardavano a fondervisi, locchè indica una temperatura di circa 260 centigradi;

5.° Aumento quasi nullo di forza per far agire il mantice, non dovendo in tal caso l' aria percorrere una serie di tubi contorti, e che presentano molte piegature, nelle quali rallentasi sempre alquanto il moto dell' aria;

6.° L' applicazione del vapor d' acqua la cui influenza favorevole venne dimostrata in questo apparato con molte serie di esperienze dall' insieme delle quali risulta che l' uso di esso produce una economia di circa 10 per o/o di combustibile, altrettanto presso a poco sul tempo, ed una perdita meno grande del ferro che si lavora. Parecchii magnani riguardano l' uso del vapore come indispensabile per ottenere economicamente belli e buoni prodotti.

La maggior parte di questi vantaggi vennero riconosciuti da 3 a 4 anni nelle 184 fucine ad aria calda e vapore acqueo che il Gross consegnò a parecchi magnani, coltellinai, chiodaiuoli e simili. Non è a dissimularsi però che vi si riconobbero anche alcuni inconvenienti, i quali non crediamo doversi passare sotto silenzio, e sono quelli che seguono:

1.° Venne riconosciuto che per far uscire l' aria pel bucolare nella fucina di Gross occorreva più forza od un mantice più possente, avendovi quindi un aumento, piccolo bensì, ma reale di fatica;

2.° Le molte giunture che vi hanno nella cassa ad aria, nel serbatoio d' acqua e nella unione di esse producono sovente perdite di aria calda o di vapore, che cagionano un impiego maggiore di forza, e possono talvolta rendere nulla la economia di tempo e di combustibile;

3.° Se si trascura o si dimentica di riempiere di acqua il serbatoio, non solamente si perdono i vantaggi che procura il vapore, ma mettesi a repentaglio la durata dell' apparato, manifestandosi fenditure in questo serbatoio e nella cassa ad aria;

4.° Per ottenere i vantaggi che l' ap-

parato presenta, il combustibile che vi si impiega dee essere sempre della miglior qualità.

5.° Finalmente con questo apparato non si può intraprendere in caso di bisogno un lavoro alquanto maggiore di quello pel quale la fucina si è stabilita senza perdere una parte dei suoi vantaggi.

Checchè ne sia i risultamenti delle esperienze fatte con la fucina del Gross sembrano molto importanti e tali da meritare che se ne faccia l' esperienza, e che la si adotti nella maggior parte delle officine ove lavorasi il ferro e l' acciaio.

Il Gross tiene nel Würtemberg un privilegio per la costruzione dell' apparato ad aria calda ed a vapore acqueo, ove ne fece stabilire sei modelli diversi, secondo la grandezza delle fucine cui si vogliono applicare, ed i prezzi di questi modelli variano secondo le loro dimensioni da 30 franchi fino a 360 : inoltre avvi un modello di apparato doppio il cui prezzo è di 180 a 200 franchi.

Per riguardo al pericolo di incendio sono le fucine soggette alla pubblica sorveglianza, al pari dei camini, e questa si estende talora anche per impedire che, indipendentemente dal pericolo del fuoco, vengano a recar danno agli edifizii vicini. Così, per addurne un esempio, a Parigi, le fucine devono essere isolate di $0^m,162$ dal muro contiguo, rimanendo questo vuoto visibile in tutta la larghezza ed altezza del muro della fucina ed aperto in alto ed al basso, per impedire, mediante l' aria che scorre frammezzo, che il muro di proprietà comune soffra alcun danno per l' azione del calore. A questa distanza si può anche sostituire un muro di separazione di uguale grossezza di $0^m,162$. Inoltre il muro della fucina dee essere grosso $0^m,325$. Quando vi si abbrucia il carbon fossile, l' autorità municipale invigila inoltre affinchè i camini sieno ben costruiti ed abbiano le canne alte abbastanza acciocchè il fumo incomodi meno che sia possibile il vicinato.

In qual modo si abbia a disporre sulle fucine il combustibile, ed in qual luogo di esse debba collocarsi il ferro da lavorare, si disse agli articoli FABBRO e FUCINA, ove pure alcune avvertenze si diedero circa al modo di battere il ferro caldo per opportunamente foggiarlo e saldarlo, o, come si dice, *bollirlo*. Ci riserbiamo all' articolo MAZZO di descrivere i grandi martelli mossi dall' acqua, dal vapore o da qualsiasi altra forza motrice, ed a quello MAGONA daremo altresì la descrizione di macchine per comprimere il ferro e lavorare i masselli di esso, attesochè questi meccanismi sono piuttosto applicabili ai grandi lavori che a quelli piccoli, i quali stabilimmo al principio di questo articolo essere quelli onde il magnano più particolarmente si occupa.

Lo spazio necessario all' operaio intorno all' incudine per maneggiare i pezzi che dee lavorare, e per batterli varia naturalmente secondo la grandezza dei pezzi medesimi. Può stabilirsi, a termine medio, di $1^m,50$, senza la fucina, nel senso longitudinale e di 5 metri nel senso trasversale, comprendendosi in questo spazio tutti gli utensili accessorii onde più sotto diremo. Ne segue potersi stabilire ad uno spazio di 5 metri su $2^m,50$ quello che occorre per ciascuna fucina.

Giova qui ricordare alcuni artifizii dei quali si è fatto altrove parola, e che possono essere messi a profitto dal magnano ottenendone molta sollecitudine. All' articolo FABBRO, per esempio, dopo aver detto come taglisi il ferro caldo sull' incudine con una specie di scalpello che si dice tagliuolo, accennossi come si riuscisse più presto segandolo mentre è rovente, o come talvolta vi si impieghino stampe. Su tale proposito cade in acconcio ricordare

come siasi detto nell' articolo ACCIAIO (T. I del Dizionario, pag. 48) potersi questo tagliare mediante un disco di ferro dolce posto sul tornio e fatto girare con grandissima rapidità.

Parimente all' articolo FABBRO, tante volte citato, si disse come la foratura del ferro si faccia spesso col mezzo di punzoni mentre è rovente; ed all' articolo ACCIAIO nel luogo sopraccitato, venne indicata la proprietà curiosa dello zolfo di produrvi fori di quella forma che allo zolfo stesso si è data, od anche di tagliare il ferro, se lo zolfo ne prende tutta la larghezza. In tal modo possono farsi nel ferro o nell'acciaio fori rotondi, quadrati o di qualsivoglia altra figura, in minor tempo che non ne occorra a fare i fori comuni. Suppongasi, per esempio, che si abbiano a fare in una spranga di ferro parecchi fori quadrati di 3 centimetri di lato, per lasciar passare le spranghe di un rastrello o di una grata. Sceglies una spranga abbastanza larga, perchè vi rimanga forza sufficiente da ciascun lato dopo fatti i fori, come, per esempio, larga 6 centimetri e grossa 3. Il farvi i fori della dimensione anzidetta a freddo esigerebbe un tempo considerevole, mentre invece con lo zolfo si fanno regolarmente in meno che un minuto di tempo. Gettasi a tal fine in uno stampo di cartone od in una pretella di legno un bastoncello di zolfo che abbia esattamente le dimensioni volute, e lungo $o^m,15$ a $o^m,16$; poscia segnati sulla spranga di ferro i punti ove hanno a farsi i fori, mettesi la spranga nel fuoco della fucina, e se la fa arroventare a bianchezza. Levasi poi prontamente dal fuoco e mentre conserva tutto il suo calore poggiasi sopra due sostegni elevati, come, per esempio, due mattoni preparati a tal fine sul piano della fucina; poscia prendesi il bastoncello di zolfo con tanaglia piatta e larga, e se lo poggia sul luogo segnato ove dee farsi il foro. Lo zolfo penetra nel ferro ed in meno che un minuto si forma un foro assai regolare, massime dalla parte donde esce il bastoncello. Se non si è perduto tempo nell' operazione, si potrà far tosto un altro foro; in caso diverso converrà rimettere la spranga nel fuoco per ricondurla allo stesso grado di calore, ciò che del resto si farà assai presto, essendo il ferro ancora molto caldo. A misura che lo zolfo penetra nel ferro, si solleva da questo una fiamma scintillante, alta circa due decimetri, il che obbliga a tenere il bastoncello di zolfo con una pinzetta di ferro. L' acciaio battuto forasi in tal guisa ancora più presto del ferro, e presenta gli stessi fenomeni; ma la ghisa grigia nettata a freddo poscia a caldo, e riscaldata a tal segno che sia prossima a fondersi, non subisce alcuna alterazione dallo zolfo sovrappostovi. Queste esperienze vennero ripetute a Ginevra, variandole come segue. Operossi primieramente sopra una spranga grossa $o^m,014$ arroventata a bianchezza, cui si applicò prontamente al disopra un bastoncello di zolfo cilindrico, del diametro di $o^m,009$ a $o^m,010$ e lungo circa $o^m,14$; in 13 minuti secondi la spranga fu bucata da parte a parte con un buco circolare, alquanto inuguale dal lato dell' ingresso del bastone di zolfo, ma perfettamente regolare al disotto. Fecersi bastoncelli di zolfo di sezioni ellittica, quadrata, romboidale od a fiori di giglio, e si continuarono l' esperienze con ugual buon successo sopra spranghe di ferro francese, inglese e svedese, grosse 7, 14, 18 a 20 millimetri, che si forarono in 12 a 16 secondi. Esaminato il ferro si conobbe che il contatto dello zolfo non lo aveva menomamente incrudito, potendosi lavorarlo come prima a caldo od a freddo.

All' articolo ACCIAIO ed a quello TEMPERA si è detto come si abbia a procedere in questa importante operazione, che occorre spesso di fare anche al magnano.

Finalmente quanto si disse all' articolo FERRO sulla resistenza, questo metallo può dare utili norme al magnano, perchè i suoi lavori non manchino della necessaria solidità.

Le opere del magnano possono dividersi principalmente in 4 classi, vale a dire chiavi e serrature; ferramenta pegli edifizii, ferramenta per le vetture e ferramenta per le macchine. Pei lavori di prima classe rimandiamo agli articoli CHIAVAIO e SERRATURA, limitandoci ad annoverare brevemente quelli delle altre tre classi.

Il magnano, che lavora le ferramenta pegli edifizii, fa i rastrelli, le grate, le guerniture degli uscii e delle finestre, i catenacci, le balaustrate, i parafulmini; dispone le squadre dei campanelli e si occupa in generale di quanto concerne le abitazioni. Il magnano che si occupa di ferramenta per le vetture, fa tutte le parti di ferro di esse, lavorandole piuttosto col martello che con la lima; finalmente il magnano meccanico fa i grandi oriuoli, i girarrosti ed eseguisce, dietro un disegno, tutte le parti di ferro che entrano nella costruzione delle macchine. Oltrechè a martello, questi lavora i suoi pezzi con la lima e spesso ancora col tornio.

Alla parola FABBRO si indicarono quali abbiano ad essere i principali utensili onde il magnano dee essere provveduto.

Finiremo questo articolo dando un qualche cenno sull' amministrazione di una officina di magnano, e sul modo di valutare il prezzo dei lavori che vi si fanno.

La officina del magnano riceve il ferro e l' acciaio in ispranghe e li rende lavorati in pezzi di varie forme. Una delle condizioni indispensabili adunque per la economia del lavoro, è che gli oggetti da farsi avvicininsi quanto è possibile per forma e dimensione ai ferri ed acciai onde si può disporre, pel che rendesi necessario avere un deposito di questi materiali di varie forme e dimensioni.

Ciascun oggetto che si lavora esige una certa quantità di ferro, ed il costo di questo oggetto varia secondo la perdita di metallo avutasi nel lavorarlo, ed il tempo che vi si è impiegato. È quindi importante potersi render conto di queste due spese, al qual effetto pesasi sopra una bilancia il ferro consegnato all' operaio per fare un certo oggetto, quindi pesasi l' oggetto stesso ed il ferro che venisse restituito. Notansi in un libro questi pesi, non che il tempo impiegatosi nel lavoro. Per quegli oggetti che si hanno a fare molto di raro, questo registro non ha grande importanza; ma pegli altri oggetti che si eseguiscono sovente, ha la doppia importanza di indicare al proprietario dell' officina qual è il minor prezzo cui può dare quegli oggetti e qual prezzo gli costano secondo l' operaio che gli ha lavorati.

Tengonsi in apposito locale i materiali, cioè il ferro e l' acciaio ed in un altro gli oggetti lavorati. I disegni da eseguirsi o quelli eseguiti vengono numerati e classificati; e se i disegni contengono varii oggetti, si fa a ciascuno un numero particolare, oltre a quello onde si è dianzi parlato. Quegli che ha l' incarico di questa contabilità dei materiali, della distribuzione del lavoro e della sorveglianza degli operai, dicesi *capo-mastro* dell' officina. Tiene i registri seguenti.

1.° Il registro delle giornate di lavoro, nel quale sono 12 pagine, una per ciascun mese dell' anno. Queste pagine sono divise in 7 colonne cioè: *a* data del mese; *b* peso del ferro consegnato all' operaio; *c* peso del ferro restituito lavorato; *d* calo; *e* nome degli oggetti e loro dimensione; *f* ore di lavoro per ogni giornata; *g* costo degli oggetti fabbricati. A piè della pagina si fanno le somme, dalle quali dedueesi la quantità di calo prodotto da un chilogramma

di ferro lavorato, ed il costo della mano d' opera impiegatavi, sostituendo al numero di ore di lavoro il valore di esse in denaro pagato all' operaio.

2.° Il libro di contabilità dei materiali. Questo libro comprende l' introito di questi, cioè del ferro, acciaio, lamierino, carbone e simili, e l' uscita degli oggetti lavorati. Ogni mese riassumonsi i prodotti di ogni operaio nella colonna d' uscita degli oggetti lavorati, non che le sue perdite, avendosi così il termine medio di un altro valore per ogni chilogramma. In capo all' anno si fa un inventario di quanto rimane nell' officina di materie prime e valutasi il tutto in denaro; quindi si fa la somma delle spese incontratesi nell' anno per mano d' opera, utensili od altro: allora, conoscendo il peso degli oggetti fabbricatisi, il valore degli oggetti che rimangono e quelli dei consumi, se ne deduce il prezzo di ciascun chilogramma di oggetti fabbricati.

Seguendo questa regola si giunse ai risultamenti che seguono:

1.° Supponendo i migliori operai pagati a 5 franchi al giorno per 12 ore di lavoro, il prezzo medio della mano d' opera per 100 chilogrammi di ferro lavorato è di $25^{fr.},30$.

2.° La relazione fra i prezzi di mano d' opera e la quantità di ferro lavorato a questi prezzi sono;

1	Ferro	a	$40^{fr.}$ i 100 chilogrammi
20,	Id.	—	35
2,7	id.	—	30
10,	id.	—	25
6,7	id.	—	20
13,4	id.	—	15
3,2	id.	—	10

Il che dà pel prezzo di costo medio di 100 chilogrammi

$$\frac{1\times 40+20\times 35+2{,}7\times 30+10\times 25+6{,}7\times 20+13{,}4\times 15+3{,}2\times 10}{1+20+2{,}6+10+6{,}7+13{,}4+3{,}2}=25^{fr.},30$$

come si è detto più sopra.

3.° Un operaio di magnano che guadagni 5 franchi al giorno, e faccia oggetti molto grandi, può lavorare al mese 1300 a 1400 chilogrammi di ferro: prendendo quale termine medio 1,350, per 25 giorni di lavoro si ha $\frac{25\times 5}{1350}=0^{fr.},0923$ al chilogramma pel solo operaio. Questo occupa inoltre due assistenti battitori, i quali, a $1^{fr.}75$ al giorno fanno $\frac{25\times 2\times 1{,}75}{1350}=0^{fr.},065$ al chilogramma; quindi si ha $0{,}0925+0{,}065=0^{fr.},1575$, cioè circa 16 franchi ogni 100 chilogrammi.

Un magnano che guadagni 5 franchi al giorno lavorando grandi staffe pei parallelogrammi, ruote per le locomotive, o simili produce ogni mese da 1000 a 1200 chilogrammi di ferro lavorato, cioè, a termine medio, 1100 chilogrammi. Si ha quindi $\frac{25\times 5}{1100}=0^{fr.},114$ per l' operaio. Tre battitori poi a $1^{fr.},75$ danno $\frac{3\times 25\times 1{,}75}{1100}=0^{fr.},12$ al chilogramma, cioè $0{,}11+0{,}12=0^{fr.},24$, vale a dire 24 franchi i cento chilogrammi.

Un magnano pagato $3^{fr.},50$ al giorno, e che lavori piccoli pezzi di macchine, produce al mese 400 chilogrammi di ferro lavorato. Si ha $\frac{25+3{,}50}{400}=0^{fr.},22$ al chilogramma pel solo operaio. Un battitore costa $\frac{25\times 1{,}75}{400}=0^{fr.},146$ al chilogramma, cioè in tutto $0{,}22+0{,}146=0^{fr.},37$, cioè franchi 37 i cento chilogrammi.

Il prodotto medio di un magnano è adunque di $500^{chil.}$ al mese, o $20^{chil.}$ al

ma la potassa caustica precipita poi totalmente la magnesia con l' aiuto del calore, od anche senza. Longchamps non approva il metodo di separazione di queste terre che si fonda sul ridurle prima in solfati, e ciò per la grande difficoltà che vi è di togliere tutta l' acqua ai solfati di magnesia, per lo stento che provasi a sciogliere compiutamente nell' acqua il solfato di magnesia acido o calcinato; finalmente, perchè il solfato di magnesia ad alte temperature in parte si decompone.

Per separare la magnesia che trovasi unita al solfato di ferro negli schisti, si ammucchiano questi e lasciansi per più mesi esposti all'aria, innaffiandoli di quando in quando. Poco a poco lo zolfo ed il ferro assorbono l' ossigeno, ma l' acido solforico portasi di preferenza sulla magnesia. Giudicasi quasi ultimata la formazione di solfato di magnesia, quando questo sfiorisce alla superficie. Allora liscivasi ed aggiugnesi tanta acqua di calce che basti a decomporre una piccola quantità di solfato di ferro che vi si trova, e precipitarne l' ossido. Ridottosi limpido il liquore se lo fa evaporare, col che precipitasi prima il solfato di calce che si separa ottenendo poscia il solfato di magnesia col sottoporre a conveniente riscaldamento il liquore concentrato, e ripetendo le cristallizzazioni per averlo puro.

Per estrarre il solfato medesimo dalle acque minerali, basta far evaporare queste fino a pellicola, raccogliere i piccoli aghi che se ne precipitano e farli sgocciolare. Le acque madri delle saline si trattano con acido idroclorico od anche mediante il sotto carbonato di ammoniaca, il quale produce dell' idroclorato di ammoniaca e del sotto carbonato di magnesia. Evaporando a secchezza il primo di questi sali, mescendo della creta al residuo e sublimando si ha dell' altro sotto-carbonato di ammoniaca che può servire per decomporre un' altra quantità di acqua madre, ripetendosi più volte così l' uso dello stesso sotto-carbonato, locchè rende questo metodo molto utile ed economico.

Si è detto nel Dizionario come ottengasi la magnesia dal carbonato mediante l' azione del calore che volatilizza l' acido carbonico, e si è detto altresì come fosse di obbietto il molto volume del sotto-carbonato di magnesia. Robinet, ad oggetto di evitare questo inconveniente, imaginò di bagnare una certa quantità di sotto-carbonato di magnesia, e comprimerlo ravvolto in un pannolino, ad oggetto di formare una pasta che avesse minor volume. In tal guisa calcinò in un'ora e mezza 30 once di sotto-carbonato, ottenendone 12 once di magnesia caustica molto densa, la quale passata poscia per uno staccio di seta si ridusse in polvere impalpabile. Questo metodo presentava in vero economia di tempo e di spese, ma Robiquet il quale aveva pel primo annunziato qualche parte di questo metodo, disse che non procura una magnesia caustica così dolce al tatto come quella inglese, la quale inoltre resiste agli acidi poco concentrati. Sembra quindi assai meglio non comprimere la magnesia quando si voglia che risulti leggera dopo la calcinazione. Planche adopera anzi molte cassette sovrapposte, per evitare eziandio che pel suo peso comprimasi, e strofina il carbonato di magnesia sopra uno staccio, a fine di dividerlo senza triturarlo, come fanno molti polverizzando in un mortaio. Se calcinasi a troppo forte calore la magnesia diviene più pesante e meno solubile negli acidi.

Le maniere di ottenere la magnesia dal suo solfato sono varie potendosi ridurlo allo stato di carbonato per poscia trattarlo nel modo che precedentemente si disse, oppure estrarne la magnesia direttamente. Pel primo effetto sciogliesi una parte di solfato di magnesia in 6 parti

di acqua bollente, si feltra il liquore ancora caldo, e se lo mesce con una soluzione del pari bollente d' una parte di carbonato di potassa puro e scevro di silice in 4 parti di acqua pura; precipitasi del carbonato di magnesia che si raccoglie, si lava e si fa seccare, e resta disciolto del solfato di potassa. La precipitazione dee farsi al calore dell' ebollimento, poichè altrimenti l' acido carbonico della potassa che si trova in eccesso terrebbe disciolta grande quantità di magnesia.

Per ottenere la magnesia direttamente si può decomporre il solfato con la potassa caustica o con acqua di calce raccogliendo sopra un feltro la magnesia che si depone lavandola e calcinandola. In tal guisa Vauquelin da 100 parti di solfato di magnesia ne ottenne 15 di base, mentre invece ne ottenne 16 col mezzo del carbonato di potassa, quindi sembra che l'acqua di calce o la potassa caustica non facciano precipitare tutta la magnesia contenuta nel solfato.

La magnesia pura, o, come dicesi *caustica*, per distinguerla dal suo carbonato, non è come la maggior parte delle altre terre che l' ossido di un metallo, cioè del MAGNESIO (V. questa parola), e la sua composizione, dedotta da quella del solfato di magnesia, viene ritenuta di 61,29 di magnesio e 38,71 di ossigeno. I principali caratteri della magnesia indicati vennero nel Dizionario; qui aggiugneremo però essere dessa senza alcun odore e sciogliersi più facilmente nell' acqua fredda che nella calda, proprietà che tiene in comune con la calce. Fyfe che fece intorno a ciò alcune esperienze, riconobbe occorrere 36,000 parti di acqua bollente per scioglierne una di magnesia, mentre invece 3,142 di acqua a 15° centigradi bastano per lo stesso effetto. Riconobbe parimenti questa proprietà nel carbonato di magnesia una parte del quale non sciogliesi che in 9,000 di acqua bollente, ed in sole 2,493 di acqua a 15°. Si può riconoscere questo fatto riscaldando gradatamente una soluzione di magnesia o del suo carbonato in un vaso a collo lungo e stretto, sicchè vi abbia poca evaporazione. Si vedrà il liquido intorbidarsi leggermente ed all' atto dell' ebollimento precipitansi molti fiocchi di materia.

Si disse nel Dizionario come sia difficilmente fusibile altrimenti che con la fiamma avvivata del gas ossigeno, e si credette per molto tempo che la presenza di essa nelle altre terre comunicasse loro sempre questa proprietà. Un fatto riconosciuto dal Leschen mostra questa proprietà essere meno generale che nol si credeva, dappoichè il silicato e l' alluminato di magnesia, che presi separatamente sono entrambi infusibili, mesciuti insieme si fondono facilmente. Era adunque un errore il credere che l' aggiunta della magnesia valesse sempre a procurare grande infusibilità alle terre adoperate nella fabbricazione dei crogiuoli. Riducendo in pasta con acqua la magnesia, facendone una pallottola ed arroventandola con forza, poi strisciandola sopra una piastra di ferro calda vedesi divenire luminosa.

La magnesia è suscettibile di combinarsi a parecchie sostanze ed all' acqua principalmente, passando allora allo stato di idrato, e formando una combinazione solida, senza però riscaldarsi a quel modo che fa la calce. Trovasi, come dicemmo, questo idrato naturalmente, ed è formato di 69,68 di magnesia e 20,32 di acqua, avendo il peso specifico di 2,63. Allo stato solido non attrae l' acido carbonico dell' aria, ma bensì allo stato polveroso, come si ottiene sempre quando si prepara artifizialmente. Si discioglie negli altri acidi ed abbandona l' acqua altresì ad un calore rovente.

La reazione alcalina della magnesia è debole, ma distinta; ed alla guisa degli alcali si comporta appunto cogli acidi, essendo quanto alle sue affinità al pari con l' ammoniaca che scaccia talvolta, mentre in altri casi viene in parte scacciata da quella. Inoltre l' ammoniaca e la magnesia formano alcuni sali doppi con la maggior parte degli acidi.

I sali che la magnesia produce sono in generale solubili nell' acqua ed hanno un sapore amarissimo e disgustoso loro proprio che fece dare alla magnesia, come dicemmo, il nome di *terra amara*. Distinguesi principalmente dalle altre terre per la proprietà che tiene di produrre con l' acido solforico un sale neutro amaro e solubilissimo, mentre le terre alcaline danno solfati poco solubili, e le terre propriamente dette solfati dolciastri stitici. I carbonati alcalini precipitano imperfettamente i sali di magnesia, i bicarbonati non gli precipitano che con l' aiuto del calore. L' ammoniaca e la potassa inducono in questi sali un precipitato bianco gelatinoso. L' ammoniaca però non precipita che una parte della magnesia, ed il liquore feltrato e trattato con la potassa dà dell' altro precipitato. Così pure non vi ha precipitazione con l' ammoniaca se si diluisce la soluzione del sali neutri di magnesia, e vi si aggiugne un eccesso di alcali od anche una certa quantità di solfato, di nitrato o di cloruro di ammoniaca, formandosi in questi casi un sale doppio solubile di magnesia e di ammoniaca. I sali di magnesia che non contengono altra base divengono leggermente rosei arroventandoli al cannello ferruminatorio mesciuti con un poco di nitrato di cobalto.

Il reattivo più sensibile per iscoprire la presenza della magnesia in una soluzione molto diluita è il fosfato di ammoniaca con eccesso di base, il quale in capo a qualche tempo forma un precipitato di fosfato doppio di ammoniaca e magnesia. Quanto alle proprietà particolari di ciascun sale rimettiamo i lettori agli articoli speciali che gli riguardano.

Venendo ora a considerare la utilità che dalla magnesia le arti ed il commercio ritraggono, esamineremo dapprima l' influenza di questa terra là dove è sparsa dalla natura sulla vegetazione, e per conseguenza sulla principale delle arti, sulla agricoltura. In generale la magnesia pura reca danno ed infertilità alle terre, il quale non si toglie se non dappoichè siasi saturata di acido carbonico, come venne riconosciuto in Inghilterra da Smitson-Tennant, riuscendo troppo fredde e troppo umide per la grande quantità di acqua che trattengono dopo le pioggie, o troppo friabili ed aride, per la leggerezza e la grande proporzione di aria che ricevono dopo il loro diseccamento. Davy aveva tuttavia riconosciuto che la magnesia riesce utile mista ai letami, e G. Carradori imprese a provare che produceva questo utile effetto combinandosi non solo con l' acido carbonico, ma col carbonio e con l' idrogeno, il che cercò altresì comprovare con l' esperienza.

Si disse nel Dizionario come potesse la magnesia giovare nella fabbrica delle porcellane. Giobert fece alcune esperienze per valutare gli effetti della magnesia adoperata a tal uopo, condotto a ciò dal vedere alcune proprietà particolari della porcellana di Vinovo e specialmente della sua infusibilità. Mescè quindi la magnesia nativa di Bandissero con parecchie terre da stovigliaio, ed in varie proporzioni, formandone crogiuoli che espose poscia al fuoco più vivo di una fucina, ed ottenne i risultamenti che seguono:

1.° Che l' aggiunta della magnesia diminuiva la fusibilità di queste terre e ciò in proporzione della sua quantità;

2.° Che con le argille di grande tenacità

tà e perfettamente bianche cui si può unire circa una metà di magnesia, si ottiene un miscuglio quasi perfettamente infusibile e che procura i migliori crogiuoli per le vetraie.

3.° Che adoperando tutta la quantità di magnesia che si può aggiugnere ad una argilla molto forte e bianca, come è la terra di Vicenza, se ne fanno crogiuoli i quali non vengono sensibilmente attaccati neppure dalla potassa, e che si possono così adoperare invece di quelli di platino per l' analisi delle pietre.

4.° Che oltre all' infusibilità la magnesia dà ai crogiuoli ed alle stoviglie un' altra proprietà della maggiore importanza, quella cioè di resistere ai passaggi alternativi dal caldo al freddo e viceversa. Giobert espose per 12 giorni alcuni crogiuoli in una fornace vetraria ; ne li trasse a questa temperatura per immergerli tosto in una vasca piena di acqua fredda ; quindi estraendoli dall' acqua gli ripose nella fornace alla stessa temperatura, e ripetè per sei volte il medesimo esperimento. Dei sette crogiuoli provati in tale guisa nessuno si ruppe o si fesse.

Da queste prove concluse che le due proprietà più ricercate nelle porcellane, vale a dire quelle di resistere al fuoco senza vetrificarsi e di non avere danno dagli alternativi passaggi dal caldo al freddo, dipendono dalla magnesia, e che si possono procurare queste qualità alle stoviglie, avendo cura di procurarsi argille, magnesiache, oppure di mescere terre magnesiache alle argille.

Dietro questo principio analizzò alcune stoviglie, e chiese notizie sugli ingredienti coi quali si fanno alcune stoviglie che godono queste proprietà, e trovò che tutte contengono magnesia, e che i loro componenti sono feldspati magnesiaci, oppure argille alle quali si aggiunsero terre magnesiache, come steatiti e simili. Egli ritiene che le porcellane del Giappone e della Cina devano le loro preziose qualità alla natura magnesiaca del caolino.

All' articolo LATTE di questo Supplemento (T. XVI, pag. 461), si è veduto come siasi la magnesia applicata alla conservazione di quella sostanza. Horst avendo macinato delle mandorle con la magnesia, dice averne ottenuto un olio senza alcun cattivo sapore, e giunse parimenti a depurare l' olio di lino irrancidito, riscaldandolo semplicemente con la magnesia.

Brander notò, che mescendo 20 grani di saleppo sciolti in 4 once di acqua, cui eransi aggiunti 30 grani di magnesia, si aveva un miscuglio il quale in capo ad alcune ore diveniva solido e simile ad una specie di colla e che in capo ad un mese non offriva alcun sintomo di putrefazione. Nè l' albumina, nè la gomma adragante, nè il glutine, nè l' amido producono lo stesso effetto con la magnesia. La calce non dava col saleppo lo stesso effetto. Questo glutine è insolubile nell' acqua, negli olii rancidi, nell' olio di trementina, nell' alcole o nella potassa caustica ; gli acidi lo sciolgono in parte, il residuo essendo solido ed opalizzante. Tali proprietà di questa specie di colla la rendono superiore alle altre tutte che in alcuni casi non possono assolutamente servire.

Il principal uso della magnesia si è quello però che ne fa la medicina, sia nello stato puro che a quello di carbonato, ritenendosi siccome assai utile per neutralizzare l' acidità dello stomaco, non che come aperitivo, come purgante e litontritico. Brande ne usò con ottimo effetto in alcune eruzioni cutanee, e per l' acidità dello stomaco, riesce particolarmente utile la magnesia allo stato caustico, in quanto che si combina cogli acidi senza effervescenza ; il carbonato usasi invece come aperitivo. Per evitare il disgusto del sapore terreo che lascia in bocca la

magnesia presa in istato polveroso o liquido, Chevallier ne fece pastiglie, unendo ad ogni parte di magnesia due di cioccolatto e 5 di zuccchero, facendo una pasta con queste materie, e servendosi, se occorre, della mucilaggine di gomma adragante, cui si può dare qualche piacevole odore; poi si divide la massa in pastiglie di 8, 16 a 24 grani, secondo che si vuole che ciascuna contenga 1, 2 o 3 grani di magnesia. Adoperasi inoltre nella medicina la magnesia anche per formare pillole con altre sostanze; così, per esempio, Fievèe e Miale ridussero in pillole il balsamo di copaiba, ponendolo sopra un tondo ed aggiugnendovi con uno staccio un' oncia di magnesia caustica per ogni libbra di esso, e Faure rese solida la trementina e l' olio essenziale di essa aggiugnendo due dramme di magnesia calcinata per ogni due once di trementina, oppure mescendo due dramme di olio volatile di trementina, 6 dramme di trementina, e 36 grani di magnesia calcinata, mescendo il tutto in un mortaio e lasciandolo 7 od 8 giorni perchè si solidifichi.

(DUMAS — BERZELIO — H. GAULTIER DE CLAUBRY — GIOVANNI POZZI — DOEBEREINER — GIOBERT — LONGCHAMPS.)

MAGNESIO. È questo un metallo tratto dalla magnesia, che, come dicemmo a quella parola, non è che un ossido di esso. Davy lo chiamò *magnium*, per evitare di confonderlo col manganese, *manganesium*. Alcuni chimici tedeschi vollero anche chiamarlo *talcium*. Varie maniere si hanno per ottenerlo; quella primieramente seguita, consiste nel ricorrere all' aiuto della elettricità, preparando un miscuglio di sali solubili di magnesia con alquanto idrato di magnesia, umettando con acqua in guisa da farne una piccola ciottola, nel centro della quale si mette un globetto di mercurio, collocando poscia la ciottola umettata sopra una lastra di platino. Mettesi quindi a contatto il reoforo negativo di una pila col mercurio, ed il reoforo positivo mettesi a contatto della lastra. L' ossigeno della magnesia trasportasi al polo positivo, mentre il magnesio passa al polo negativo, ove trovando il mercurio vi si amalgama. Distillando poscia questa amalgama in una piccolissima storta con olio di nafta, il mercurio si volatilizza e resta indietro il magnesio. Davy riuscì parimente a decomporre la magnesia, facendo passare il potassio in vapore attraverso questa terra arroventata a bianchezza in un tubo di platino fuori dal contatto dell' aria. Introdusse poscia nel tubo una piccola quantità di mercurio e lo riscaldò mitemente per qualche tempo, ottenendo in tal guisa un' amalgama, che, distillata fuori dal contatto dell' aria, lasciava il magnesio. De Cussy giunse ad ottenere il magnesio allo stato metallico mediante l' azione del potassio sopra il cloruro di magnesio. Egli prepara questo cloruro facendo passare una corrente di cloro a traverso d' una mescolanza di magnesia e di carbone tenuta infuocata. Si può anche ottenerlo facendo evaporare un liquido che contenga in soluzione dell' idroclorato d' ammoniaca cui siasi aggiunto un egual peso di magnesia, riscaldando in un vaso di platino il residuo diseccato, fin tanto che l' idroclorato d' ammoniaca sia interamente scacciato e che la massa sia fusa. Ciò che rimane è il cloruro di magnesio, il quale, quando è raffreddato, ha la forma di piccoli cristalli bianchi, trasparenti e fogliacei.

Per portare allo stato metallico il magnesio contenuto nel cloruro si mettono dieci o venti globuli di potassio in fondo ad un tubo di vetro di tre a quattro linee di diametro. Posto sopra il potassio il cloruro, si riscalda questo per mezzo dei carboni ardenti fino al punto che cominci a fondersi; allora s' inclina leggermente il

tubo in modo che il potassio possa discendere a traverso del cloruro, il quale si riduce in magnesio metallico con isviluppo di luce. In appresso Liebig si occupò dello stesso soggetto, ed ottenne gli stessi risultamenti col metodo seguente, che è più semplice e più facile di quello del Bussy, almeno quanto alla preparazione del cloruro. Ridotto a secco per evaporazione un mescuglio a parti eguali d' idroclorato di magnesia e di sale ammoniaco, si getta a piccole porzioni in un crogiuolo di platino infuocato, che si continua a riscaldare fin tanto che tutto il sale ammoniaco sia evaporato, e che il cloruro sia in fusione tranquilla. Forma una massa bianca, trasparente e che ha molta somiglianza col minerale chiamato mica.

S' introducono in fondo ad un tubo di vetro perpendicolare dieci o venti piccoli globetti di potassio della grossezza d' un pisello; sopra questi si pone il cloruro di magnesio in pezzi, che si scaldano, ponendo in mezzo ai carboni accesi la parte del tubo che li contiene, fino ad un principio di fusione, ed allora, inclinando il tubo, si fa colare il potassio divenuto fluido a traverso del cloruro di magnesio. Questo vien ridotto allo stato metallico con isprigionamento di luce. In seguito si tratta con l' acqua la massa raffreddata, e si riunisce in fondo al vaso una quantità di piccoli globetti metallici.

Il magnesio ottenuto mediante il vapore di potassio presentasi sotto forma di una pellicola metallica di colore bigio carico, che nella distillazione dell' amalgama col mercurio rendeva nero il vetro al suo punto di contatto col metallo, e resisteva senza fondersi ad un calore che faceva ammollire il vetro. Sembra però che ritenesse ancora del mercurio. Questa pellicola riscaldata fortemente, bruciava con luce rossa e si cangiava in una polvere bianca che aveva tutti i caratteri della magnesia. Gettandone una piccola porzione nell' acqua cadeva al fondo, e produceva lenta effervescenza coprendosi di una polvere bianca. Aggiugnendo all' acqua un po' di acido idroclorico la effervescenza diveniva violentissima, il metallo scompare con la maggiore prontezza, e si trova che il liquido contiene della magnesia. Il metallo ottenuto col metodo di Bussy, migliorato da Liebig, trovasi in forma di globetti metallici di un bianco argentino molto lucidi e durissimi, benchè malleabili, che si possono lavorare a caldo, come il ferro e limare. L' acqua calda o fredda non gli altera; sciolgonsi a freddo nell' acido acetico allungato senza lasciare verun residuo, e la soluzione non contiene, oltre la magnesia, alcun ossido metallico. Nell' acido nitrico, e nel solforico presentano gli stessi fenomeni svolgendo vapori nitrosi o solforosi. Evaporando la soluzione nell' acido solforico si hanno cristalli di solfato di magnesia pura. Riscaldando il metallo all' aria, o nel gas ossigeno brucia col più vivo splendore alla temperatura a cui si ammollisce il vetro nero da bottiglie, trovandosi la parte inferiore del vaso coperta di magnesia ed una macchia nera nel luogo dove era il metallo, la quale il Liebig crede essere silicio, perchè non venne distrutta dagli acidi bollenti. Mescendo diversi globetti di magnesia col cloruro di potassio e riscaldandoli in un crogiuolo di terra si fondono in una sola massa ad una temperatura che non sembrò superiore di quella a cui si fonde l' argento. Nel cloruro s' infiamma.

Il magnesio forma combinazioni con varii altri corpi semplici, e principalmente col cloro, avendosi veduto essere appunto da un cloruro di magnesio che Bussy e Liebig giunsero a trarre questo ultimo. Il cloruro di magnesio è un composto di sapore molto amaro, deliquescente all'aria, solubile in metà del suo peso di acqua ed

in un peso di alcole doppio del suo. Ottiensi facilmente in soluzione con l' acido idroclorico che scioglie facilmente il carbonato di magnesia. Riscaldando questo cloruro allo stato di idrato, l' acqua si decompone, l' idrogeno di essa formando dell' acido idroclorico col cloro, e l' ossigeno della magnesia col magnesio. Il cloruro è composto di 26,36 di magnesio e 73,64 di cloro.

Combinasi anche il magnesio con l' iodio versando dell' acido idroiodico liquido sul carbonato di magnesia: si ha un ioduro di magnesio allo stato di idrato deliquescente, e difficile a cristallizzare. Non può essiccarsi senza che l' acqua si decomponga riproducendosi l' acido, e formandosi della magnesia. Contiene 90,88 di iodio e 9,12 di magnesio.

Trattando con la magnesia pura il bromuro di ferro sciolto nell' acqua bollente si ha un bromuro di magnesio idrato che cristallizza in piccoli prismi aghiformi, è molto solubile nell' acqua e nell' alcole, di sapore fresco ed amaro e deliquescente. Non si può seccarlo senza decompor l' acqua.

Il magnesio non si unisce allo zolfo mediante la fusione e neppure può aversi il solfuro di magnesio fondendo lo zolfo con la magnesia, imperciocchè il primo si volatilizza, e la magnesia resta intatta. Facendo bollire la magnesia caustica con acqua e zolfo, discogliesi poco a poco un solfuro di magnesio, ma solo difficilmente ed in piccola quantità. Mescendo una soluzione di solfato di magnesia con altri solfuri metallici, come, per esempio, col solfato di bario, si ottengono soluzioni di magnesio, perchè il bario combinasi con l' ossigeno o con l' acido solforico della magnesia producendo un composto che si precipita. La miglior maniera di ottenere il solfuro di magnesio per via umida consiste nello stemperare l' idrato di magnesia nell' acqua e farvi passare una corrente di gas acido idrosolforico fino a che sia sparita una quantità considerabile dell' idrato. Feltrasi la soluzione e si fa bollire in una storta; l' acido idrosolforico non decomposto, si svolge e precipita una massa bianca mucilaginosa che è il solfuro di magnesio. Ottiensi del pari precipitando una soluzione bollente di solfato di magnesia, mediante l' idrosolfato di potassa. Secondo Berthier, può ottenersi il solfuro di magnesio riscaldando fortemente il solfato di magnesia in un crogiuolo rivestito di carbone. Se il carbone fosse in eccesso e misto col solfato, lo zolfo si dissiperebbe rimanendo soltanto della magnesia.

(BERZELIO — DUMAS — DE BUSSY — LIEBIG.)

MAGNESITE. Indicasi con questo nome il carbonato di magnesia che si incontra naturalmente sotto forma di una massa tubercolosa reniforme e vescicolare, di colore bigio e gialliccio, o bianco e gialliccio, segnata con piccole macchie. La superficie è ruvida al tatto e sbiadita, la frattura concoidea, i frammenti a spigoli acuti. È segnato dallo spato fluore, ma segna lo spato calcare, si attacca fortemente alla lingua, è facile a spezzarsi, è infusibile ed ha il peso specifico di 2,881. Come vedemmo all'articolo MAGNESIA, trovasi questo fossile specialmente a Hrabschitz in Moravia nelle rocce di serpentino, ed è composto, secondo Bucholz, come segue.

Magnesia	46
Acido carbonico . . .	51
Allumina	1
Manganese ferrugginoso .	0,25
Calce	0,16
Acqua	1.

Trovasi pure, come dicemmo nell' articolo sopraccitato, un carbonato di ma-

gnesia a Bandissero in Canavese nel Piemonte, ove si adopera nella fabbricazione delle porcellane. Analizzato da Giobert diede:

Acido carbonico . . .	12
Magnesia	68
Silice	15, 6
Solfato di calce	1, 6
Acqua	3.

(GIOVANNI POZZI — ANTONIO BRUCALASSI.)

MAGNESITE. Abbiamo veduto nel Dizionario darsi questo nome anche alla magnesia idrosilicata dei mineralogisti, una specie della quale è la così detta *spuma di mare,* adoperata principalmente per la fabbricazione delle pipe, ed ivi dicemmo dove si trovi, e diemmo pure un cenno sulla maniera di lavorarla, sicchè qui ci limiteremo ad aggiugnere alcune brevi notizie intorno a questo argomento. Trovasi di questa magnesite anche in Moravia, ma di qualità molto inferiore. Giugne dalla Turchia greggia e senza alcuna preparazione che ne alteri la natura, ma già ridotta in forma di caminetti di pipa, ed ha molta candidezza e quando si bagna leggermente manda un odore come di palude molto sensibile, e spesso trovansi nel suo interno noccioli di una specie di argilla terrea molto dura, oppure piccole lamine di calce carbonata cristallizzata. La preparazione che si fa a questa sostanza è semplicissima, ma ne cangia il colore e la apparenza a tal segno che sarebbe difficile di più riconoscerla.

Cominciasi dal tuffarla nell' acqua in guisa che si umetti soltanto leggermente alla superficie, quindi le si dà la forma voluta con uno strumento tagliente, e si polisce cogli steli di due specie di rasperella *(equisetum variegatum et hiemale).* Quando la superficie ne è ben liscia, si

lascia asciugare, poscia tuffasi nella cera fusa lasciandovela per 4 a 5 ore ed esponendola all' aria in appresso per 15 a 16 ore. L' ultima operazione consiste nello stropicciarla con pannilini per darle una bella politura.

Adoperansi anche le raschiature della magnesite per farne pipe pestandole e mescendovi del sevo di bue, quindi facendo fondere il miscuglio e colandolo in istampi, ove lasciasi raffreddare, trattando poi questa pasta come la magnesite.

Il colore giallo dorato che vedesi in queste pipe, e che aumenta notabilmente il loro prezzo, proviene dal fumo, e si forma col lungo uso di esse. Acciocchè le pipe acquistino quel bel colore tanto ricercato dagli amatori è duopo consumare ogni dose di tabacco senza interruzione. Talvolta dipignesi anche la magnesite, secondo il gusto od il capriccio di quello che vi fa questa operazione.

(MARCELLO DE SERRES.)

MAGNETE. V. CALAMITA.

MAGNETICO *(Ago).* V. AGO *magnetico.*

MAGNETISMO. Abbenchè v' abbia grande motivo di credere, come già si disse agli articoli CALAMITA, ELETTRICITÀ e GALVANISMO, che quei fenomeni i quali si attribuiscono a quella causa particolare cui si dà il nome di *magnetismo,* non sieno in fatto che modificazioni speciali degli effetti della elettricità stessa, e forse anco della LUCE e del CALORE, tuttavia li considereremo qui come distinti dagli altri, attesochè in fatto, benchè legati per moltissima analogia, pure essenzialmente ne differiscono quanto ai principali caratteri. Per procedere ordinatamente separeremo l' articolo in tre, riserbandoci a trattare nel presente del magnetismo propriamente detto, cioè delle calamite naturali od artifiziali, e degli effetti magnetici onde si osservarono dotate varie sostanze:

del MAGNETISMO *terrestre* parlerà l' articolo che terrà dietro al presente, ed un terzo, che intitoleremo MAGNETO-ELETTRICISMO, considererà que' fenomeni elettrici che dalle calamite o dal magnetismo terrestre si possono con particolari artifizi ottenere.

Storia. La proprietà principale della calamita, cioè quella di attrarre il ferro trovavasi così facilmente in circostanze tali da palesarsi anche ai meno osservatori dei naturali fenomeni che è ben naturale supporre che da tempo immemorabile conosciuta venisse. Plinio racconta essersi scoperta per caso da un pastore del monte Ida, di nome Magnete, il quale ficcato avendo in terra il suo bastone armato di una punta di ferro, provò una certa resistenza a ritirarlo, ed avendo pieno di stupore scavata la terra all' intorno, trovò che la punta di ferro era attratta con molta forza da una pietra vicina, alla quale rimase il nome del suo scopritore. Questo racconto del resto sembra favoloso, non essendosi mai trovate calamite nè indizii di ferro magnetico nel monte Ida. L' opinione più generale si è che siasi dato alla calamita il nome di *magnete* dalla città di Magnesia nella Lidia, posta ai piedi del monte Sipilo dovetrovavasi in abbondanza quella pietra o piuttosto miniera di ferro. Lo stesso Plinio riferisce che, Dinocari propose a Tolomeo Filadelfo di erigere ad Alessandria un tempio la cui volta, guernita di calamite, sostenesse in aria una statua di ferro della regina Arsinoe. Sant' Agostino ricorda pure una statua sospesa nel mezzo del tempio di Serapide in Alessandria. Questa facoltà di attrazione della calamita fece tanta impressione sugli antichi che le attribuirono proprietà medicinali, ed Ippocrate stesso la collocava fra i purgativi. Non si sa positivamente da qual tempo conoscansi gli effetti reciproci delle calamite l' una sull' altra, quelli, cioè, di attrarsi quando si presentano coi poli diversi, e di ripignersi invece, allorchè si affacciano due poli del medesimo nome. Quanto agli altri effetti delle calamite di dirigersi verso i poli magnetici della terra, e di inclinarsi più verso l' uno di questi che verso l' altro, ci riserbiamo di parlarne nell'articolo ove tratteremo del magnetismo terrestre, in quanto che realmente derivano dall' influenza di quello sulle calamite naturali od artifiziali che sieno.

Oltre alle calamite che trovansi naturalmente in seno alla terra dotate della proprietà del magnetismo, si hanno altre calamite principalmente dall' acciaio, allorchè questo trovasi posto accidentalmente in certe circostanze opportune a dargli queste proprietà, o viene ripetutamente assoggettato all' azione di una calamita naturale od artifiziale. Innanzi pertanto di procedere oltre a parlare del magnetismo, considereremo come questo si diffonda e comunichi da un corpo all' altro, parleremo cioè delle differenti maniere di magnetizzazione, richiamando sempre ciò che altrove si è dovuto dire su tale proposito per non averlo a ripetere.

Delle varie maniere di magnetizzazione. Può questa dipendere da moltissime cause, fra le principali essendo da annoverarsi: 1.° la prolungata influenza di altre calamite; 2.° l' azione della elettricità; 3.° la influenza prolungata del magnetismo terrestre; 4.° la azione della luce; 5.° alcune operazioni che mutano la densità del metallo.

1.° La magnetizzazione per la prolungata influenza di altre calamite può farsi, come è detto all' articolo CALAMITA del Dizionario, o mediante semplice sovrapposizione della spranga da calamitarsi con le cime sui poli diversi di due calamite, o per lo strisciamento, ripetuto sempre nello stesso verso, di una calamita su questa spranga

medesima. All'articolo CALAMITA di questo Supplemento si disse, esservi un punto di saturazione proporzionato alla grandezza e qualità della spranga che si vuole magnetizzare, oltrepassando il quale vi ha scapito anzichè guadagno. Quindi se la calamita è molto possente relativamente a quella che si vuole produrre, tanto l' uno che l' altro di questi due mezzi è attissimo a dare l' effetto che si desidera. Se però la calamita che si possede è piuttosto debole relativamente a quella che si vuole produrre que' mezzi divengono insufficienti e ricorresi allora ad altri artifizii che vennero pure indicati nel medesimo articolo CALAMITA del Dizionario; siccome però quando si vogliono calamite possenti giova ad ogni modo servirsi di altre dotate di molta forza per ottenerle, così abbiamo suggerite assai utili per questo conto le calamite temporarie, le quali con facilità si hanno di potenza molto maggiore di quelle permanenti. (T. III di questo Supplemento, pag. 136).

Stimando sufficiente quanto si disse nei luoghi sopraccitati sulla magnetizzazione con altre calamite, riferiremo qui piuttosto l' insegnamento dato da Muncke per rendere la loro forza primitiva alle calamite indebolitesi. Osserva egli che le calamite a ferro di cavallo, delle quali si fa ora grand' uso per le macchine magneto-elettriche, e per quelle motrici elettro-magnetiche, perdono molto della loro forza, sia durante il tempo nel quale si adoperano, sia quando rimangono a lungo inattive, richiedendosi allora molto tempo e fatica per tornar loro la forza primitiva. Per lo passato rendevansi più forti caricandole di pesi sempre maggiori, il qual mezzo tuttavia riconobbesi insufficiente non solo, ma poco sicuro altresì, in quanto che una carica troppo grande od una scossa accidentale fa cadere facilmente il peso, e produce un indebolimento nella azione magnetica della calamita. Muncke, dice non essere riuscito ad ottenere un aumento di forza nelle calamite collocando l' un contro l' altro i poli del medesimo nome, ma aver avuto buon effetto col mezzo che segue.

Ponesi un pezzo di ferro dolce per modo che ricopra quanto più esattamente si può la parte della calamita con cui viene a contatto, quindi mettonsi altri pezzi di ferro dolce a contatto del primo, fino a che sia impiegata tutta la forza della calamita: se dessa acquista forza maggiore aggiungonsi nuovi pezzi di ferro, non solo per riunire i due piedi della calamita, ma, quando questa è composta di varie spranghe, anche per congiugnere le estremità di ciascuna di queste e le loro facce laterali, e ciò fino a che i pezzi di ferro più non attraggano altri pezzi posti vicino ad essi. In tal guisa la forza di attrazione considerevolmente si accresce a tale da tornare quella che era dapprima, quando anche la calamita si fosse indebolita di molto. Nel levare i pezzi di ferro devonsi prima tirare da parte quelli più lontani dai piedi, e così progredire in fino a quello che unisce le due basi dei piedi stessi, il quale è l' ultimo che si toglie. Muncke non istabilisce quanto tempo abbisogni per rendere con questo mezzo ad una calamita la sua primitiva efficacia.

2.° Agli articoli CALAMITA *temporaria* ed ELETTRO-*magnetismo* di questo Supplemento si è veduto come l' azione della elettricità muti in vere calamite i fili lungo i quali trascorre, rendendoli atti del pari ad attrarre il ferro, e dando loro speciali polarità, per cui da un capo si attraggono e si rispingono dall' altro, e per cui volgonsi, al pari degli aghi calamitati, verso i poli magnetici della terra, quando sieno disposti in maniera da poter girare liberamente in quel senso che vogliono. Abbiamo pure veduto quale azione particolare eser-

citino sugli aghi calamitati, a tale da aversi usato questa azione medesima quale misura della forza della elettricità mediante uno strumento conosciuto col nome di GALVANOMETRO. Rimandando per conseguenza a quegli articoli per quanto riguarda siffatto genere di fenomeni, dobbiamo qui nuovamente considerarli, in quanto si riferisce al magnetismo temporario pel ferro e permanente per l' acciaio che si ottiene mediante l' elettrico, vale a dire in quanto riguarda la magnetizzazione col mezzo della elettricità. Soltanto aggiungeremo alcune notizie relative alla storia della scoperta dell' elettro magnetismo, i quali fatti tanto più ne sembra importante notare in questa opera quanto più vanno crescendo di importanza le applicazioni di questo ramo della scienza all' industria.

Procedendo cronologicamente i primi indizii sopra l' influenza reciproca della elettricità e del magnetismo ne risultano essersi avuti in quelle alterazioni degli aghi delle bussole osservatesi da varii fisici per effetto della elettricità atmosferica, e dei quali si tenne parola all' articolo CALAMITA (T. III di questo Supplemento, pagina 140). Le prime esperienze però che conosciamo intorno a tale soggetto si fecero nel 1775 da Comus, il quale avendo preso un ago di inclinazione, e postolo sopra un quadro magico, girato l' ago nel meridiano magnetico, lasciò cadere sulla lastra una catena, ed avendola elettrizzata vide l' ago ascendere di sei gradi verso il Norte e riprendere la primitiva posizione scaricate che furono la catena e la lastra. Notava quel fisico risultargli da tale esperienza che il fluido circostante, cui attribuiva gli effetti magnetici, non produceva sull' ago lo stesso effetto durante la influenza della elettricità, ma aveva pressione differente, imperocchè l' ago perdeva del suo peso per esso acquistato tendendo a ripigliare la posizione che aveva prima di essere calamitato. Girando l' ago in varii punti dell' orizzonte trovò che sull' angolo dell' orizzonte magnetico si rialzava con maggiore facilità che nelle altre sue posizioni. Rifletteva che questa *straordinaria esperienza* poteva far nascere nuove idee sulla cagione del magnetismo. Avendo provato quindi a porre l' ago di inclinazione sopra un sostegno di cristallo, quindi ad elettrizzarlo, vide la punta boreale di esso alzarsi di quattro gradi nell' aria e di sei nel vuoto. Questi fatti mostravano evidentemente la influenza della elettricità sul magnetismo. All' articolo ELETTRO MAGNETISMO (T. VII di questo Supplemento, pag. 248) si vide come Beccaria fosse giunto a mutare le polarità di un ago magnetico mediante la scarica elettica. Dalla Gazzetta di Trento del 3 agosto 1802 risulta come Romagnosi osservato avesse l' influenza esercitata dagli apparati Voltiani sopra l' ago magnetico liberamente sospeso, il quale facevano declinare di alcuni gradi dalla sua direzione polare. Indotto forse da questa notizia il Conte Morozzo, morto nel luglio 1804, aveva fatto un'esperienza i cui risultamenti lasciò scritti in una nota che crediamo utile di qui riferire. « Negli ultimi giorni, dic' egli, del dicembre 1803 mi venne la idea di tentare una esperienza affatto nuova, cioè di vedere se per mezzo della pila galvanica potessi giugnere a comunicare la virtù magnetica agli aghi, nel modo stesso che si può darla ad essi per mezzo della macchina elettrica. Ho adunque formato la pila di 36 dischi d' argento ed altrettanti di zinco. Ho posto un ago d' acciaio, appuntito da ambe le estremità, sopra una sottile lastra di rame, la quale era attaccata al disco di zinco inferiore, che formava la base della colonna; l' ago era posto nella direzione del meridiano; quindi una estremità dell' arco conduttore sul disco di

argento che era all' estremità della pila, con l' altra ho toccato la punta norte dell' ago ; in seguito ho messa di nuovo la palla del conduttore sullo stesso disco superiore d' argento, e con l' altra estremità del conduttore ho toccato l' ago nella punta sud. Questa operazione non durò che un mezzo minuto. L' ago fu calamitato, si dirigeva ai due poli, attraeva la limatura di ferro, ecc. Aghi più grossi furono calamitati egualmente. Sono giunto a calamitare degli aghi senza servirmi dell' arco conduttore, ponendo semplicemente l' ago sopra una lastra di zinco. Con due pile di 30 dischi, avendo posta una piccola spranga d' acciaio di due linee in quadrato sulla lastra d' argento della seconda colonna, avendo fatto comunicare dalla base zinco della prima pila un filo di ferro che toccava la punta della spranga, questa fu in egual modo fortemente calamitata, e sospesa liberamente si diresse verso i poli. Dunque il fluido galvanico, alla maniera dell' elettrico, ha la proprietà di comunicare agli aghi la virtù magnetica della polarità ». Da questi fatti risulta come il Morozzo avesse scoperta quella relazione che vi ha fra il magnetismo ed il galvanismo 16 anni prima che Oersted ne facesse soggetto di sue osservazioni e ne traesse quelle importantissime conseguenze che tutti sanno. Nel 1806 il chimico Mojon metteva aghi da cucire lunghi due pollici in comunicazione coi poli di una pila a corona di tazze, e dopo 20 giorni li trovava ossidati e dotati di polarità magnetiche, senza però indicare la legge dietro la quale formavasi questa polarizzazione. Nello stesso tempo, come si disse all' articolo CALAMITA in questo Supplemento (T. III, pag. 140), Oersted prefiggevasi di esaminare la influenza della elettricità voltaica sull' ago magnetico, lo che nel 1819 soltanto mandava con buon successo ad effetto.

È in oggi riconosciuto potersi con la elettricità comunicare il magnetismo temporario o permanente a quelle sostanze che ne sono suscettibili, mediante la elettricità per attrito, con quella voltaica, con la termica ed anche con quella che dalle calamite stesse viene eccitata ; e ciò sia facendo percorrere dalle correnti l' oggetto stesso che si vuole magnetizzare, sia ponendo questo vicino al conduttore per cui passa l' elettrico, e principalmente ripiegando il conduttore a molte elici o ponendo l' oggetto da magnetizzarsi nel mezzo di queste. Per magnetizzare un ago od una spranga mediante l' elettricità per attrito basta tenerli a poca distanza fra le estremità di due fili che comunichino con una batteria di boccie di Leida, in modo che non succeda la scarica istantanea, ma bensì lenta e continuata ; ma anche una scarica possente, benchè istantanea, può magnetizzare i pezzi di ferro o di acciaio da essi investiti, come se ne ebbero esempi frequenti nelle spranghe de' parafulmini od altre per la scarica di molta elettricità divenute magnetiche. Ponendo gli aghi vicini al conduttore di scarica di una macchina elettrica questo non si magnetizza fino che la corrente è continua, ma bensì tosto che se ne traggono scintille, crescendo allora il magnetismo quanto più forti e più lunghe sono quelle. Piegando il conduttore ad elici si hanno effetti maggiori, e si può in allora magnetizzare un ago anche col mezzo di una corrente continua. La posizione in cui si trovano gli aghi relativamente al meridiano magnetico ; la più o meno grande distanza dal filo conduttore ; la posizione relativamente a questo filo, sono altrettante circostanze che influiscono sul genere di polarità che si ottiene, come pure sulla forza del magnetismo acquistato dall'ago, sulla quale influiscono anche non poco gli involucri posti fra l'ago ed il filo

conduttore, od anche al di là di questo filo e dell'ago. Questi punti di scienza, diligentemente investigati da parecchi fisici de' più distinti, mal troverebbero qui il loro posto, imperciocchè fino ad ora la magnetizzazione mediante la elettricità per attrito riesce di gran lunga più difficile e più debole di quella con l'elettricità voltaica, così che non dà luogo ad uguali speranze di applicazioni più o meno prossime ed importanti. Accenneremo solo come differenza essenziale e propria di questa maniera di magnetizzazione la circostanza di dare al ferro un magnetismo più stabile e permanente che nol faccia la pila.

Della magnetizzazione che induce quest'ultima, vale a dire quel genere di elettricità che voltaica da alcuni e da altri galvanismo si appella, negli articoli CALAMITA *temporaria* ed ELETTRO-*magnetismo* fecesi a lungo parola. Ma l'importanza che sembra acquistare questo ramo della fisica scienza ne induce a dare qui alcune ulteriori notizie intorno ad esso, e principalmente intorno alla magnetizzazione temporaria del ferro dolce, che è quella dalla quale sembrano potersi sperare i maggiori vantaggi.

La forma delle CALAMITE *temporarie*, le quali, come abbiamo veduto a quella parola, sogliono farsi ordinariamente in figura di ferro di cavallo, venne variata ed, a quanto sembra, con molto vantaggio da Radford e da Roberts nei modi che ora diremo.

Consiste la calamita del primo semplicemente in un disco di ferro dolce con un anello sopra una faccia e spianato sull'altra, nella quale avvi un solco spirale in cui mettesi un fascio di fili di rame ravvolto di cotone o di seta. Si comprenderà facilmente questa disposizione, osservando la fig. 2 della Tav. XVI delle *Arti fisiche*, la quale mostra la faccia della calamita su cui sono i solchi col fascio di fili introdottovi, e la fig. 3 che mostra in A una sezione verticale della stessa calamita con le scanalature, ed il fascio di fili che esce verso il centro in *a*. Un disco B, munito pure di un occhio sopra una faccia e spianato sull'altra, serve di ancora per attaccarvi i pesi che la forza prodotta dal magnetismo temporario può sostenere. Il diametro dei dischi è di 9 pollici (circa 23 centimetri), ed è facile dedurre le altre dimensioni dalle figure, essendo queste disegnate in iscala. Il disco A, senza il filo di rame e senza l'ancora, pesava libbre 16 e 2 once (chilogrammi 7,31). L'ancora pesava libbre 14, once 14 e 3/4 ($0^{chil.},75$ circa), la profondità della scanalatura era di 3/8 di pollice ($9^{mm},5$), la larghezza di 1/4 di pollice (circa 6^{mm}). La grossezza del metallo fra le scanalature era di mezzo pollice (pressochè 13^{mm}). La grossezza della calamita era di un pollice ($25,4^{mm}$) all'orlo esterno e di un pollice e 3/8 (circa 35^{mm}) al centro. Il filo conduttore componevasi di un fascio di 53 fili di rame, pesava 2 libbre e 2 once (circa un chilogramma) ed era coperto con un nastro di cotone. Esperimentossi questa calamita nel dicembre 1840, facendo percorrere nel fascio di fili la corrente prodotta da un elettro-motore di 8 copie, formato secondo il metodo di Sturgeon, cioè di 8 vasi cilindrici di ghisa alti 20 centimetri, e di 8 a 9 di diametro, ripieni di acido solforico allungato, e nei quali vi avevano altrettanti cilindri cavi di zinco amalgamato del diametro di 5 centimetri: la calamita sostenne un peso di 970 chilogrammi. In appresso, col mezzo di una batteria di 12 copie, giunse a sostenere fino a 1133 chilogrammi.

Dietro allo stesso principio costruì pure la sua calamita temporaria Ricardo Roberts, la quale è di forma rettangolare ed a scanalature diritte invece che spirali,

a quel modo che vedesi nelle fig. 4 e 5, la prima delle quali mostra la faccia ove sono le scanalature coi fili, e la seconda una sezione verticale della calamita stessa A con l' ancora corrispondente B. La grossezza di questa calamita era di millimetri 62; l' area della sua faccia di centimetri 43, e questa solcata da 4 scanalature profonde 31 millimetri e larghe 10, praticate trasversalmente e poste ad uguali distanze. Entro queste scanalature veniva a girare per 3 volte, come si vede nella fig. 5, un fascio di 36 fili di rame avviluppati in un nastro di cotone. Questa calamita, compreso il filo ed il cotone, pesava 16 chilogrammi. La grossezza dell' ancora era di 38 millimetri, la sua grandezza simile a quella della faccia della calamita, il suo peso di $144^{chil.},50$. L' altro lato, tanto del ferro che costituiva la calamita quanto di quello che formava l' ancora, terminava in una specie di anello od anche di gancio, come si vede nella fig. 5. Adoperando la stessa pila di Sturgeon ad 8 elementi, i cui cilindri di zinco presentavano una superficie di circa 320 centimetri quadrati, sostenne un peso di 1338 chilogrammi.

Una importante osservazione relativamente alle calamite temporarie si fu quella del vantaggio di comporle anzichè di spranghe massicce di ferro con fasci di fili o di lamine. Sembra questo dipendere, secondo l' opinione dei fisici, da ciò che i primi strati del ferro oppongono maggior resistenza a lasciar penetrare il magnetismo nell' interno di esso. Generalmente parlando quanto più sottili sono i fili di ferro e quanto maggiore è il numero che se ne richiede, in conseguenza per uguagliare il peso di una data spranga massiccia di ferro, tanto più forte riesce la magnetizzazione che acquistano per una data corrente elettrica. Si riconobbe sussistere lo stesso effetto anche per le lamine, così che, per esempio, un tubo di 8 millimetri di diametro acquistò in pari circostanze una forza magnetica più che doppia di quella di un cilindro di ferro massiccio dello stesso peso. Tuttavia quando si sottopone un fascio di fili all'azione magnetizzante di una corrente elettrica l' effetto è molto minore della somma di quella che si ottiene trattandoli ad uno ad uno, lo che sembra dipendere principalmente dall' indebolimento che cagionano sulla corrente i fili più vicini alla spira in cui quella si muove.

Crediamo inutile ricordare potersi usare queste calamite temporarie fino a che sono sotto l' influenza della corrente per magnetizzare con esse l'acciaio, a quel modo stesso che potrebbesi fare con una calamita permanente. Questa specie di magnetizzazione può anch' essa riguardarsi come ottenuta dalla elettricità.

Allorchè invece del ferro si assoggetta in ugual modo all' influenza della corrente elettrica dell' acciaio, si ha un magnetismo permanente invece che temporario, vigendo del resto le stesse norme, se non che le polarità che acquistano le calamite prodotte in tal guisa variano, come dicemmo, secondo infinite circostanze che lungo sarebbe ed inutile di venir qui annoverando.

3.° Una terza maniera di magnetizzazione si è quella che fondasi sull' influenza del magnetismo terrestre.

Era un fatto già conosciuto dagli antichi fisici che una spranga di ferro rimasta per qualche tempo in posizione verticale, e molto più poi in posizione inclinata all' orizzonte e paralella al meridiano magnetico, naturalmente si magnetizzava. Questo fenomeno osservasi molto più facilmente nel ferro dolce, perocchè oppone minore resistenza al magnetizzarsi che l' acciaio temperato.

Mitchel, Canton, d' Anthaume e molti altri, hanno, sull' appoggio di questi fatti, relativi all'azione del naturale magnetismo

sul ferro, sciolto il problema di Knight, di calamitare cioè le spranghe di acciaio sino al grado di loro saturazione, senza far uso da principio di alcun ferro o di alcuna calamita. Si fu pel possente influsso del magnetismo naturale del globo, che già da più di 300 anni Grimaldi trovò magnetizzata una spranga di ferro tenuta per qualche tempo in quiete in una posizione verticale; e la trovò magnetizzata per modo che presentava non solo il fenomeno dell' attrazione, che è il primo d' ordinario a farsi conoscere dopo quello della direzione, ma quello altresì della ripulsione magnetica. Non v'ha quasi alcun libro di fisica che non riferisca molti fatti e molti esperimenti relativi a questa naturale magnetizzazione, e non descriva la sorprendente esperienza, facile a ripetersi, con la quale si mostra, che una spranga di ferro dolce tenuta sospesa verticalmente, nel nostro emisfero repelle con la parte inferiore il polo norte di una calamita, attraendo con la opposta estremità il polo sud, e viceversa nell' altro emisfero, e che ad un tratto si rovesciano queste facoltà attraente e repellente al solo capovolgersi della spranga stessa, la quale poi, come semplice ferro, attrae ambo i poli, allorchè è situata orizzontalmente.

Queste esperienze non riescono pienamente se non quando il ferro sia perfettamente dolce ed abbia quindi una forza coercitiva debolissima, poichè altrimenti la decomposizione del magnetismo naturale e la sua ricomposizione non potrebbero essere istantanee. È a questa cagione che deesi il magnetismo che acquistano le aste verticali di ferro che rimangono a lungo sugli edifizii, anche indipendentemente dalla elettricità che, come vedemmo, produce, ed anche con maggior forza, lo stesso effetto. Ossidandosi il ferro e rimanendo esposto alle variazioni di temperatura si incrudisce e diviene atto a conservare il magnetismo sviluppatovi continuamente dall' influenza terrestre.

La posizione delle spranghe di ferro nella precisa direzione del meridiano magnetico non è però necessaria assolutamente per ottenere que' fenomeni magnetici di cui parliamo. Il Nobili ne avera già fatto la osservazione, e rifletteva che esercitando la terra dovunque le funzioni di una grande calamita era ben naturale aspettarsi che le sostanze ferruginee ricevessero da essa quel magnetismo di induzione che vedesi nella limatura di ferro convenientemente appressata alle calamite. All' obbietto che la limatura perde il magnetismo acquistato allontanandosi dalle calamite, rispondeva il Nobili che le masse di ferro o di acciaio non uscendo mai dalla sfera di attività del magnetismo terrestre, devono sempre calamitarsi secondo il grado di forza che corrisponde alla latitudine in cui si trovano. Di ciò si convinse avvicinando pezzi di ferro o di acciaio ad un ago calamitato galleggiante, risultando che erano tutti magnetizzati secondo il senso degli aghi d' inclinazione. Dedusse da queste riflessioni e da questi fatti che le sostanze ferruginee sono sempre calamitate, perchè quando non hanno un magnetismo proprio acquistato comunque, danno ricetto a quello della terra. Stabilì poi che questo magnetismo segue la legge degli aghi di inclinazione, e che le masse di ferro di qualunque mole e forma sieno, si trovano polarizzate pel Norte al disotto o nella parte inferiore, e pel Sud al disopra nella parte superiore, senza che la polarità si muti relativamente all' angolo di inclinazione, qualunque sia la posizione delle spranghe. In analogia con questa opinione stanno le esperienze del padre da San Martino, il quale da 50 anni prima aveva di già osservato che gli aghi da cucire posti a galleggiare sul-

l' acqua dopo un dato tempo, quasi tutti si dirigevano nel meridiano magnetico, e quelle del Fontana che aveva riconosciuto la stessa proprietà in quasi tutti i pezzi dei fili di ferro o di acciaio. Venne questo argomento esaminato più minutamente dal Fusinieri, il quale notò le leggi seguenti, le quali si possono in gran parte considerare come deduzioni degli esperimenti e delle osservazioni del Nobili. Stabilì adunque il Fusinieri che una spranga di ferro naturalmente neutra collocata in un piano orizzontale, non si conserva neutra, se non che in posizione perpendicolare al meridiano magnetico, in ogni altra posizione orizzontale divenendo una calamita per l'azione della terra; che la sua forza magnetica tanto più cresce, quanto più si avvicina al meridiano magnetico, e che giugne al massimo quando si ritrova in quel piano. Il suo capo rivolto al norte è polo norte, e quello rivolto al sud è polo sud. Esplorata con un ago magnetico si trova, che essendo parallelopipeda o cilindrica, le due polarità cominciano verso la metà della sua lunghezza, e vanno crescendo di forza fino agli estremi. Si è detto verso la metà, perchè la parte boreale fu sempre ritrovata alquanto più lunga dell' australe, nel rapporto cioè di 19 : 18.

Il Fusinieri si è assicurato nella determinazione di questa legge, che rovesciando la spranga e ponendola con l' asse orizzontale nel meridiano magnetico, si è pure rovesciata la sua polarità, come l' ebbe a dimostrare l' ago esploratore; e che rimessa la spranga perpendicolare al meridiano magnetico ed orizzontale, ritornò perfettamente neutra, attraendo indifferentemente in ogni sua parte e l' uno e l' altro polo dell' ago.

Ha esperimentato il Fusinieri che le spranghe orizzontali, collocate nel meridiano magnetico, se hanno un magnetismo naturale abbastanza debole, questo si rovescia portando il polo norte al sud della terra; e che tolte da quella posizione, riacquistano la primitiva loro polarità; che una spranga di ferro in un piano normale al meridiano magnetico non è neutra se non che nell' intersecazione di quel piano coll' orizzonte, ossia in quella prima posizione orizzontale; e che in ogni altra sua posizione in quel piano è magnetica, essendolo al massimo quando è ridotta verticale.

Avvertì inoltre il Fusinieri che nella posizione verticale il magnetismo della spranga è molto più forte di quello della sua posizione orizzontale nel meridiano magnetico.

La polarità norte, come si disse, è all' estremità inferiore e la polarità sud alla superiore. Se la spranga ha un magnetismo suo proprio, come spesso avviene, e se questo è abbastanza leggero, la sua polarità viene rovesciata portando il suo polo norte in alto. Tolta dalla posizione verticale riacquista la polarità permanente che aveva prima, o ritorna neutra se non aveva alcuna polarità.

Finalmente, esaminati gli effetti dell' azione terrestre sulle stesse spranghe nelle posizioni intermedie fra la orizzontale e la verticale nello stesso piano del meridiano magnetico, il Fusinieri ha stabilito dovervi essere una posizione intermedia, in cui la spranga si renderà neutra, e sarà quello il limite comune fra le due opposte polarità: con molte e dilicate esperienze ha potuto egli stabilire che la posizione in cui la spranga non ha polarità alcuna, forma con l' orizzonte un angolo, che è il complemento dell' angolo d' inclinazione dell' ago magnetico. Nei giorni 22 e 23 novembre del 1835 in Vicenza lo rinvenne di 25° 1/2. Si riservò egli per più esatte misure a rinnovare le sue esperienze con apparati migliori. Questo angolo venne detto dal Fusinieri d' indifferenza, e volle notarne il

luogo ed il tempo, perchè dee variare coll' angolo d' inclinazione dell' ago magnetico.

L' angolo d' indifferenza si determina sperimentalmente presentando il polo inferiore di una spranga di ferro dolce collocata verticalmente, all' est od all' ovest del polo norte di un ago, in modo da deviarlo per ripulsione d' alcuni gradi. Descritto con la cima superiore un arco nel meridiano magnetico verso il norte, la ripulsione andrà cessando, e dopo annullata succederà l' attrazione. Quando l' ago sarà a 0°, non si avrà che a fissare la spranga, e si avrà l' angolo d' indifferenza cercato.

Si noti bene, come ha osservato il Fusinieri, che la misura dell' angolo d' indifferenza non è costante se le spranghe di loro natura non sono perfettamente neutre.

Se, per esempio, la estremità inferiore abbia di sua natura una leggera polarità norte, allora bisogna inclinare la spranga di più, perchè si riduca neutra ; cioè l'angolo d' indifferenza riesce minore, perchè bisogna abbassare la spranga verso l' orizzonte tanto da distruggere, non solo la polarità norte che ha quella estremità per la sua posizione inferiore, ma anche la sua polarità norte naturale. Se, all' incontro, la cima inferiore ha naturalmente una leggera polarità sud, l' angolo d' indifferenza riesce maggiore, perchè quella polarità sud concorre col cangiamento di posizione a distruggere più presto la polarità norte di posizione, che ha quella cima inferiore.

In generale se una spranga di ferro è naturalmente un poco magnetica, il suo angolo d' indifferenza è maggiore di quello di una spranga perfettamente neutra, quando la cima inferiore è polo sud e la superiore polo norte. Se invece la cima inferiore è polo norte, e quella superiore sud, il suo angolo d'indifferenza è minore.

Quindi è, conchiude il Fusinieri, che se dopo aver misurato l' angolo d' indifferenza di una spranga questa si rovescia per trovarlo di nuovo, è certamente neutra, quando nei due casi si trova lo stesso angolo ; ed è certamente polarizzata quando si trovano due angoli ineguali. Lo Zantedeschi ne' suoi esperimenti trovò bene spesso tale ineguaglianza ; e gli è risultato che le più leggere polarità naturali danno differenze molto notabili negli angoli di indifferenza, anzi dalla ineguaglianza di questi rovesciando le spranghe scoprì polarità che con altri mezzi erano pressochè insensibili. È questo pertanto un mezzo opportunissimo per esplorare anche le più leggere polarità magnetiche delle spranghe, e per determinare quale sia il polo di ciaschedun capo di esse.

Inoltre il Fusinieri osserva con l'angolo d' indifferenza potersi trovare in ogni luogo ed in ogni tempo l' angolo di inclinazione, che è il complemento di quello, e molto meglio che cogli aghi inclinatorii, essendo noto quanta sia la difficoltà di costruirli esattamente. Potendosi adoperare spranghe di ferro lunghe due o tre piedi, si otterranno molto esatte le misure degli angoli, bastando avere oltre le spranghe una buona bussola di declinazione. Tuttavia con l' angolo d' indifferenza si potrà anche determinare, perfezionando lo strumento, più esattamente che con la semplice bussola, il meridiano magnetico, ossia la declinazione, giacchè fuori di quel piano una spranga inclinata non è giammai neutra. Trovata, cioè, la posizione della spranga, in cui con l' estremo inferiore rivolto al sud è neutra, si determina ad un tempo il meridiano magnetico, ossia la declinazione, e l' angolo d' indifferenza, da cui si deduce quello d' inclinazione.

Fino dal 1600 Gilbert aveva scoperto che il ferro si magnetizzava battendolo col martello nella direzione norte e

sud del meridiano magnetico. Scoresby osservò che distruggevasi la polarità battendo il ferro nel piano dell'equatore magnetico, donde dedusse che la magnetizzazione del ferro mediante i colpi, sembra dipendere dalla posizione in cui lo si batte. Assoggettando all'esperienza una spranga cilindrica di acciaio posta in posizione verticale e sopra un pezzo di metallo qualunque, provandone l'effetto ad ogni tanto, sia col sospendervi un peso, sia con l' osservare qual deviazione producesse in un ago calamitato, trovò che entrambi questi effetti andavano aumentando fino a che vi diede 17 colpi, dopo i quali altri 5 non produssero alcun effetto. La massima deviazione ottenuta fu di 12 gradi e mezzo. L' effetto era lo stesso poggiando la spranga sopra una pietra ; ma si aumentava di molto ponendola sopra un pezzo di ferro, ottenendosi in tal guisa fino dal primo colpo una deviazione di 13°, e continuando fino agli 82 colpi, una deviazione di 31 e mezzo, che, mediante altri 8 colpi con un martello più grosso, divenne di 36°. Seguendo a batterla l' effetto diminuiva invece che aumentare. Rovesciando la spranga in guisa che il polo australe fosse in alto il magnetismo fu distrutto quasi interamente in un solo colpo, e due colpi cangiarono affatto la polarità. Anche battendo la cima della spranga posta nel piano dell' equatore magnetico, la polarità spariva, ma solo dopo vari colpi. Con altri esperimenti trovò che le calamite perdevano anche esse del loro magnetismo ogni qualvolta battevansi in qualsiasi posizione, ma che la perdita era ancora maggiore quando il polo australe era in alto.

Scoresby applicò le proprietà magnetiche riconosciute negli acciai assoggettati alla percussione, alla formazione delle calamite. Prese due spranghe di acciaio dolce, lunghe 30 pollici e larghe uno ; sei altre spranghe di acciaio dolce, lunghe 8 pollici e larghe mezzo, ed una larga spranga di ferro dolce ; tutte prive affatto di ogni indizio di magnetismo. Battuta dapprima la spranga di ferro in posizione verticale, la pose immediatamente, senza mutarne la direzione, sulle spranghe di acciaio che si battevano. Ciascuna delle piccole spranghe sospese verticalmente alla cima di una larga spranga di acciaio venne battuta successivamente ed in pochi minuti avevano acquistato notabile forza attrattiva. Due delle spranghe più piccole, unite mediante due piccoli paralellopipedi di ferro dolce, stropicciaronsi con le altre quattro nel modo indicato da Canton ; quindi se ne sostituirono due altre, poscia le ultime due. Trattato così ciascun paio di spranghe per un certo tempo e mutandole dopo averle stropicciate durante un minuto circa, ritrovossi da ultimo che erano tutte calamitate a saturazione.

Marcel fino dal 1726 era giunto anche senza colpi a calamitare pezzi di acciaio ponendoli sopra un incudine nella direzione dei poli magnetici della terra, e facendovi scorrere sopra la cima inferiore di una spranga di ferro tenuta verticalmente, della lunghezza di 33 pollici e di 8 libbre di peso. La miglior maniera però di applicare questa magnetizzazione col semplice sfregamento, è quella analoga al metodo usato da Knight con le calamite ordinarie. Consiste nel porre la spranga o l' ago da calamitarsi orizzontalmente nel meridiano magnetico, fissandola in questa posizione, ed applicando sul lato superiore di essa nel mezzo la cima inferiore di una lunga spranga di ferro, e sul lato inferiore, pure nel mezzo, la cima superiore di una altra spranga simile alla prima ; facendo poi scorrere la spranga superiore verso quel lato dell' ago che va al polo sud, e quella inferiore sul lato che va al polo nort ; staccando quindi le spranghe e por-

tandole ad una certa distanza tornansi a porre perpendicolarmente nel mezzo dell' ago; ripetendo questa operazione un numero sufficiente di volte su ciascun lato. È chiaro che in tal caso le due spranghe di ferro dolce fanno precisamente l' effetto di due calamite comuni.

4.° All' articolo LUCE di questo Supplemento (T. XIX, pag. 210) si è veduto abbastanza in quali maniere possa ottenersi la magnetizzazione dell' acciaio mediante la luce del sole decomposta od anche complessa.

5.° Una singolare osservazione si è quella fattasi non ha molto da Peyron, vale a dire che tutti gli oggetti di lastra di ferro coperti di zinco, col metodo che dicesi GALVANIZZAZIONE (V. questa parola), agiscono sull' ago magnetico a guisa di vere calamite, in cui il magnetismo si trovasse irregolarmente distribuito. Assicurossi che questa proprietà si sviluppa durante la operazione della zincatura. In vero assicurandosi, dice egli, che una lastra od un tubo di lamierino sottratto all' influenza terrestre non opera menomamente sull' ago, si vedrà che si conservano inattivi del pari, dopo ravvivati; ma nell' estrarli dal bagno di zinco si trovano calamitati. Gli oggetti grossi di ferro e neppure i chiodi non provano alterazione alcuna del loro stato magnetico per la zincatura. Peyron crede che l' effetto di questa sia unicamente di fissare l' azione prodotta dall' influenza della terra nell' atto dell' operazione, e crede che questo effetto non si estenda al di là di un sottile strato esterno, sicchè non apparisca nei grossi pezzi a cagione del metallo rimasto nel suo stato naturale che trovasi allora nel centro della massa.

Magnetismo delle varie sostanze. Oltre al modo di magnetizzazione adoperato, molto influisce sulla forza ed altre proprietà delle calamite la materia onde sono formate.

Agli articoli CALAMITA del Dizionario e di questo Supplemento si è veduto quale fosse la natura e quali le proprietà della pietra di questo nome che ha naturalmente quel disequilibrio di magnetismo, che nelle altre sostanze conviene promuovere in una delle anzidette maniere. L' arte cercò più volte di imitare questa pietra formando paste magnetiche con deutossido di ferro o con polvere di ferro mescinta a sostanze grasse, come l' olio di lino. Questa pasta, seccata a dolce calore per evitare che si fenda, acquista molta durezza. I primi saggi di tal fatta si fecero da Knight; in appresso Ingenhouz fece pure calamite artifiziali, adoperando per cemento del cacio mesciuto con calce viva ridotta in polvere finissima. Trovò che queste calamite preparate con polvere della pietra calamita naturale avevano più forza di quelle fatte con polvere di ferro, e che potevasi produrre nella loro massa quanti poli volevansi col semplice contatto di una spranga magnetizzata. Queste ricerche però sono piuttosto curiose che utili, dappoichè si ha nell' acciaio un mezzo sì facile di procurarsi calamite artifiziali di molta potenza.

Il ferro e l' acciaio sono le sostanze migliori per ricevere il magnetismo, ma così l' uno che l' altro non lo ritengono senza particolari modificazioni che contribuiscono ad accrescere loro durezza, potendosi stabilire come legge abbastanza generale, benchè soggetta ad alcune eccezioni, come vedremo, che la facilità di ricevere il magnetismo sia tanto minore, e tanto maggiore all' opposto la facoltà poscia di ritenerlo quanta più è la durezza del ferro o dell' acciaio. Così il ferro dolce con grande facilità riceve il magnetismo, ma quasi tutto lo perde appena cessa l' influenza della forza che ve lo produsse, come vedemmo avvenire nelle calamite temporarie. Un leggero grado di ossida-

zione sembra accrescere la sua proprietà di ritenere il magnetismo; ma un grado di ossidazione maggiore lo rende affatto insensibile agli effetti della calamita ed inetto ad acquistare magnetiche proprietà. Così in molti casi si hanno gli stessi effetti che con un ago di acciaio, da un rotoletto di carta riempito di deutossido di ferro; ma la cosa è diversa se si adopera invece un miscuglio di deutossido e tritossido, scemandosi il magnetismo quanto più cresce la proporzione di questo ultimo. Inoltre siccome vedremo in appresso che la presenza di altre sostanze nel ferro altera le sue magnetiche qualità, così non vi ha che il ferro dolce e perfettamente puro che torni allo stato di perfetta neutralità dopo averlo sottratto da ogni influenza estranea magnetica. Questo ferro medesimo tuttavia può rendersi capace di ritenere permanentemente il magnetismo comprimendolo o battendolo con forza, sicchè la sua densità e durezza vengano così ad aumentarsi. Non è invero che anche nel ferro più puro e più dolce non v' abbia un certo grado di resistenza alla trasmissione della forza magnetica, ma questa è sì debole che non vale a ritenere quantità sensibili di magnetismo, perciò facilitasi la magnetizzazione temporaria del ferro battendolo mentre è sotto l'influenza di una calamita, e la quantità di forza che ritiene in tal caso è alquanto maggiore.

L' acciaio tenero, cioè non temperato, non differisce dal ferro quanto alla proprietà di ritenere il magnetismo; ma all' opposto questa proprietà in lui diviene grandissima, mediante l' azione della tempera. È naturale per conseguenza il supporre che la forza di questa tempera stessa non abbia ad essere indifferente per le proprietà magnetiche permanenti dell' acciaio. All'articolo CALAMITA in questo Supplemento (T. III, pag. 153) si disse, come,

secondo il Nobili, l'effetto fosse tanto maggiore quanto più dura, era la tempera; ma la esperienza sembra aver dimostrato, all' opposto, che una tempera crudissima è quella che dà meno magnetismo, il quale va sempre aumentando, in tutti i gradi di ricuocitura fino al rosso molto scuro; il magnetismo poscia diminuisce a misura che l'acciaio si fa rinvenire ad un grado di calore più forte. Robison stabilisce che l' acciaio temperato a quel grado che occorre per le molle da oriuolo possa acquistare un magnetismo assai forte che si palesa, appena levato dall' influenza della calamita, ma che si dissipa molto rapidamente, riducendosi in pochi minuti a meno che una metà della intensità che manifestava mentre era in contatto con la calamita, ed a meno che 2/3 di quella che aveva immediatamente sottratto da essa. Il magnetismo continua a dissiparsi per alcuni giorni, benchè la spranga sia tenuta con ogni cura; ma la dissipazione va diminuendo e rimane 1/3 della massima forza per assai lungo tempo, anche conservando la spranga con cura molto minore. Lo stesso autore osserva che l' acciaio temperato pegli stromenti taglienti, come scalpelli, punteruoli, saette da trapano, e simili, acquista il magnetismo assai più lentamente con l' induzione e ne riceve meno fin tanto che sta a contatto con la calamita; ma è altresì meno disposto a perderlo, cosicchè ritiene da ultimo una maggior proporzione di quello acquistato. L' acciaio portato alla massima durezza non riceve che difficilmente il magnetismo, e sempre ne acquista meno dell' altro, ma ne ritiene da ultimo una assai maggior proporzione.

Importanti sono a tale proposito le recentissime osservazioni fatte da W. Scoresby. Egli osserva influire sulla energia delle calamite permanenti artifiziali moltissime circostanze, ciascuna delle quali

agisce con leggi sue proprie, e cagiona differenze nei risultamenti. Queste circostanze abbracciano la qualità dell' acciaio, la sua natura, la tempera o la durezza, la massa o la forma. In conseguenza quindi della variazione di queste circostanze è impossibile dare una risposta generale alla quistione di sapere quale sia la migliore tempera che convenga dare all' acciaio per fare calamite permanenti. Nelle grandi calamite formate con la combinazione di un grande numero di spranghe, e che presentano una gran massa Scoresby riconobbe col fatto che il miglior acciaio fuso ridotto alla massima durezza possibile è ciò che vi ha di migliore; ma per le piccole calamite o pegli aghi sottili da bussola gli sembrò preferibile l'acciaio di altra specie o quello fuso fatto rinvenire. Per una spranga di 6 pollici e di 700 grani di peso adoperò utilmente l' acciaio fuso temperato; ma per le spranghe sottili adoperate isolatamente od appaiate trovò dover diminuire questa durezza. Scoresby stabilisce dietro a ciò essenzialmente dipendere la forza della calamita, tanto dalla qualità dell' acciaio che dalla durezza, e lo dimostrò mediante 4 spranghe di ugual dimensione, ma diverse per la qualità e per la tempera. Una di queste spranghe non portava che 600 grani, due altre 1000 per ciascheduna e la quarta invece 3200. Fattone il saggio trovaronsi la prima di cattiva qualità, la seconda di qualità inferiore e troppo tenera, la terza di buona qualità, ma non dura abbastanza, e l' ultima eccellente tanto per qualità che per durezza. Posta sopra una forte spranga calamitata in direzione opposta dei poli di quella, le tre prime perdettero tutta la loro forza, l' ultima invece conservando la facoltà di portare il peso di 3200 gramme.

Supponendosi che il ferro ed alcuni suoi composti quando sieno scevri da magnetismo vengono attratti in una calamita solo in conseguenza dell' induzione da essa prodottavi, ne segue che il grado di suscettibilità all' induzione può accuratamente misurarsi dalla attrazione che risulta da questa proprietà. Dietro questa vista Barlow fece una serie di esperimenti per conoscere la forza relativa di attrazione esercitata dalla calamita su varie specie di ferro e di acciaio, ottenendo i risultamenti che seguono, nei quali la forza magnetica relativa di ciascuna sostanza vedesi espressa in numeri:

Ferro malleabile	100
Acciaio fuso tenero . . .	74
Acciaio cementato tenero . .	67
Acciaio cementato duro . .	53
Acciaio fuso duro	49
Ferro fuso	48.

Un' altra circostanza che influisce sulla facilità di magnetizzarsi, e di ritenere il magnetismo, si è quella delle precedenti magnetizzazioni avute dal ferro o dall' acciaio. Fino dal 1822 si registrarono nelle Transazioni filosofiche di Londra alcune osservazioni esperimentali, le quali mostravano che le spranghe altra volta fortemente magnetizzate, e nelle quali erasi poscia distrutto o neutralizzato il magnetismo in qualsiasi modo, conservavano assai maggiore facilità a ricevere il magnetismo con le polarità nello stesso senso di prima che in senso opposto. Questo medesimo effetto venne poi ugualmente riconosciuto e lungamente studiato dal Mariannini nelle esperienze sulla magnetizzazione del ferro e dell' acciaio col mezzo della elettricità per attrito.

Si è già dovuto accennare in addietro come l' aggiunta al ferro di alcune sostanze ne modifichi le proprietà magnetiche (pag. 182). Così, per esempio, non è che l' aggiunta di una data proporzione di

carbonio la quale mutandolo in acciaio modifica a quel modo che si vide in addietro la sua facoltà di ricevere il magnetismo e di ritenerlo. Una maggiore quantità di carbonio rende il ferro affatto incapace di acquistare magnetiche proprietà. Lo zolfo, il fosforo, lo stagno e l'arsenico producono col ferro alcuni composti, i quali talvolta somigliano all' acciaio per la proprietà di ritenere il magnetismo ; ma qui pure vi è un limite, oltrepassato il quale la proprietà di magnetizzarsi del ferro è distrutta. Young assicura invece che la menoma quantità di antimonio basta a distruggere la polarità del ferro ; e Seebeck trovò che una lega di una parte di ferro e 4 di antimonio non aveva azione alcuna sopra l' ago magnetico anche fatto oscillare.

Quantunque la pietra calamita, il ferro e l' acciaio sieno le sostanze più suscettibili di acquistare con forza il magnetismo non è per questo da credersi che sieno le sole dotate di una tal proprietà. Si è di fatti veduto agli articoli CALAMITA, come il nichelio ed il cobalto partecipino delle medesime qualità. Non mancarono taluni però di attribuire le proprietà magnetiche di questi due metalli alla esistenza in essi di una qualche porzione di ferro, lo che non sembra probabile quanto al nichelio, dappoichè sappiamo come Biot avesse un ago fatto con quel metallo, preparato dal Thenard con ogni cura per renderlo più puro che fosse possibile, ed il quale, dopo magnetizzato, conservava una forza direttiva non minore di 1/3 di quella di un simile ago di acciaio : ora la proporzione del ferro, che sarebbesi dovuta aggiugnere al nichelio per dargli un ugual grado di forza magnetica, è certo molto maggiore di quella che si potesse ragionevolmente supporre nel nichelio purificato da un chimico così esperto e con tanta diligenza. Certamente non si può provare che il nichelio non sia forse un metallo composto, che abbia anche del ferro fra suoi elementi ; ma non vi è neppure alcuna ragione che autorizzi siffatta ipotesi, il bisogno della quale d' altra parte risulta meno probabile dalla generalità del magnetismo, che vedremo essersi riconosciuta da molti. Becquerel nota che per rendere il nichelio atto a conservare il magnetismo, cioè per produrvi una forza coercitiva, fa duopo unirlo in certe proporzioni col carbonio, col fosforo, con lo zolfo o con lo stagno. Chenevix, dice, che l' aggiunta di una piccolissima proporzione di arsenico ad una massa di nichelio, in cui siasi riconosciuta grande forza magnetica, ne la priva del tutto. Quanto al cobalto la cosa è diversa, imperocchè Faraday assicura non essere desso magnetico quando sia perfettamente purificato, attribuendo il debole magnetismo osservatosi in quello stimato puro a piccole quantità di ferro o di nichelio sfuggite alle indagini chimiche, le quali ricevano dal cobalto la forza coercitiva che non possedevano dapprima. Il Berzelio finalmente dubita che il cobalto debba le sue proprietà magnetiche all' arsenico che contiene.

Non a questi due metalli soltanto sembrano però limitarsi le proprietà magnetiche analoghe a quelle del ferro. Molti esperimenti unendosi a far credere che quasi tutti i metalli, e parecchie altre sostanze ancora, ne sieno dotati in proporzioni più o meno forti. Fino dal 1758 G. Arderon aveva osservato indizii di magnetismo nell'ottone, e veduto che questo metallo faceva deviare l' ago calamitato e pretendeva anzi che pezzi di ottone rotti con un martello, poscia calamitati acquistassero due poli ed attraessero e rispignessero l' ago come una spranga calamitata. Aveva anche provato a calamitare il rame, il piombo e lo stagno, ma senza effetto, ed esponeva il dubbio se la proprietà dell' ottone venisse o no dal

ferro contenutovi. Nel 1786 il Cavallo fece pure alcune osservazioni sul magnetismo dell' ottone, indicando come questo non avesse generalmente alcun grado sensibile di magnetismo mentre era tenero, ed acquistasse questa proprietà allorchè lo si indurava col batterlo perdendola di nuovo, quando si rendeva più tenero col mezzo del fuoco. Cercò di accertarsi che il magnetismo acquistato nel primo caso non fosse dovuto alle particelle di ferro o di acciaio cedutevi dagli istromenti adoperati per incrudirlo, e vide che quei pezzi di ottone, i quali avevano questa proprietà, la ritenevano senza alcuna diminuzione dopo essere stati più volte di seguito incruditi, quindi addolciti di nuovo. Conobbe pure che incrudendo un pezzo di ottone da un capo soltanto, quello solo si rendeva magnetico; lo stesso Cavallo esaminò pure varii pezzi di rame con un ago magnetico diligentemente sospeso senza trovarli magnetici, eccettochè nel caso in cui fossero stati limati, e quando, per conseguenza, alcune particelle di acciaio staccate dalla lima potevano avere aderito al rame. Non ottenne alcun decisivo risultamento col fare incrudire altri pezzi di rame, e non conobbe indizio alcuno di magnetismo nello zinco incrudito o no che si fosse. Nel platino scoperse un grado di forza magnetica quasi uguale a quella dell' ottone. Importanti furono le ricerche fatte nel 1802 su tale proposito da Coulomb e da lui comunicate all'Accademia delle scienze di Francia, dalle quali deduceva che tutti i corpi avessero più o meno di magnetismo. Gli riduceva egli in ispranghette lunghe sette ad otto millimetri e grosse 1/4 di millimetro pei metalli e 3/4 di millimetro per le altre sostanze; li sospendeva ad un filo di seta, quale si leva dal bozzolo, e li poneva fra i poli opposti di due spranghe calamitate, distanti 5 a 6 millimetri più della lunghezza dell' ago che oscillava fra loro. Questi piccoli aghi, qualunque ne sia la natura, mettonsi sempre nella direzione delle due spranghe e se ne sono distolti vi ritornano dopo un certo numero di oscillazioni che sono sovente più di 30 al minuto. Una campana di vetro difendeva gli aghi dalla agitazione dell' aria. Facendo prima oscillare ogni ago fuori dall' influenza delle calamite determinava la forza di torcimento del filo dal numero di oscillazioni che si avevano in questa posizione; poi faceva oscillare l' ago posto fra i poli delle calamite per avere la forza riunita del torcimento e della forza magnetica, e dedurne l' effetto dovuto esclusivamente a questa ultima. Questi aghi fuori dall' influenza delle calamite facevano 40 oscillazioni in 44 secondi, e portati fra i poli delle calamite facevano 4 oscillazioni per l' oro in 22″, per l' argento in 20″, pel piombo in 18″, pel rame in 22″, per lo stagno in 19″. Dedusse quindi le seguenti relazioni fra i momenti della forza magnetica di ognuno di questi metalli, e la stabilì per l' oro a 3,00, per l' argento a 3,80 pel piombo a 4,97 pel rame a 3,00 per lo stagno a 4,24. Per conoscere quanta potesse essere l' influenza del ferro allegato con altri metalli formò con la cera 3 cilindri, ciascuno del peso di 212 chilogrammi e lungo 23 millimetri; quindi introdusse nel primo 1/4 del peso della cera di limature di ferro; nel secondo 1/8; nel terzo $\frac{1}{16}$. Collocatili quindi fra i poli di due calamite posti alla distanza d' un decimetro, trovò che questi cilindri facevano 40 oscillazioni il primo, in 32″, il secondo in 43″ ed il terzo in 61″. Cercando quindi la relazione delle forze acceleratrici che facevano oscillare ciascun ago, ne conchiuse che l' azione dei poli era proporzionata alla quantità di limatura che contenevano i cilindri di uguale lunghezza fatti con questo miscuglio. Da questa esperienza, e da altre che non giova

quì riferire, concluse avervi talora nei metalli minime particelle di ferro, tali da non riuscire sensibili ai reagenti chimici, ma che potevansi manifestare in tal guisa mediante le oscillazioni. Riconobbe inoltre, senza darne misure esatte, che la maggior parte delle sostanze animali e vegetali sembravano risentirsi della influenza delle spranghe magnetiche più che i metalli depurati coi soliti metodi.

Hansteen cercò di provare con esperienze molto ingegnose che tutti gli oggetti posti alla superficie del globo posseggono la polarità magnetica; e riconobbe che vicino a terra l' ago magnetico eseguisce in un tempo dato un maggior numero di oscillazioni al lato settentrionale che a quello meridionale di un oggetto qualunque, come sarebbe, per esempio, un albero od un palo, mentre invece l' ago stesso oscilla più rapidamente al lato meridionale della cima superiore dell' oggetto che a quello settentrionale. Ciò sembra indicare in tutti questi oggetti una debole polarità magnetica, il polo settentrionale essendo al basso e quello meridionale all' alto. Becquerel riconobbe dappoi che aghi di legno o di vetro sospesi a fili di seta non torti tendevano a prendere una certa direzione, trovandosi posti vicini ai poli contrarii di due forti spranghe calamitate. Trovò che questa direzione variava secondo le distanze di ciascun ago ai poli delle spranghe: ad uguale distanza da questi poli sulla linea che gli univa, gli aghi sembravano dirigersi perpendicolarmente all' asse comune delle calamite.

Lebaillif imaginò anch' egli un apparato, il quale sembrerebbe provare che quasi tutte le sostanze agiscono sull' ago calamitato. Componesi lo strumento di una paglia lunga 3 decimetri circa, e sospesa ad un filo di seta tratto dal bozzolo; tre aghi da cucire calamitati a saturazione sono fissati orrizzontalmente l' uno nell' asse della paglia da un capo, gli altri due perpendicolari a quest' asse dall' altro capo, in guisa tale che i loro poli contrari sieno di contro. Questi due ultimi aghi potrebbero anche essere sostituiti da un contrappeso. Il primo ago rende l' apparato sensibile alla azione del globo, cosicchè la paglia mettesi nel meridiano magnetico. Cignesi il tutto di una campana di vetro con un foro laterale, pel quale si presentano all' ago i corpi che si vogliono provare, un arco graduato posto sotto alla paglia servendo a misurarne le deviazioni. Presentando all' ago varie sostanze, viene talvolta attratto e tal altra respinto, il bismuto e l' antimonio, per esempio, producendo entrambi una repulsione. Questi effetti sono per altro sempre assai deboli, malgrado la grande sensibilità dell' apparato.

Ultimamente, nel 1841, de Haldat volle pur egli porre in evidenza il fatto che tutte le sostanze sono magnetiche, ma a gradi così diversi, che mentre alcune manifestano questa facoltà in ogni circostanza e senza alcuna influenza straniera, in altre invece non diviene apparente che quando sono in relazione con sostanze che ne sieno fortemente dotate. Con questo scopo assoggettò egli all' esame molte sostanze minerali ed organiche, dando agli aghi una maggior dimensione che nol si fosse fatto dapprima, e ricorrendo alla forza di torcimento, se non per misurare la forza magnetica prodotta in questi aghi dalla influenza delle calamite energiche fra le quali si collocano, per togliere almeno ogni dubbio sull' esistenza di questa forza. I metalli principalmente glie ne diedero prove evidenti e numerose. Gli aghi fatti con diverse sostanze scevre di ferro danno gli stessi effetti che quelli di ferro o di acciaio posti nella medesima situazione ed assoggettati alle stesse influenze. Oscillano allorchè si allontanano dalla direzione dell' asse comune delle due calamite e vi

ritornano, e vi si mantengono quando il torcimento del filo di seta cui sono sospesi non è abbastanza forte per deviarli, ponendosi in direzione obliqua a questo asse, quando la forza ve li costringe; finalmente se le due calamite presentano i poli dello stesso nome, si osservano i fenomeni di un ago folle. Per rispondere alle obbiezioni tratte dalla supposta esistenza del ferro negli aghi che offrono i fenomeni magnetici, de Haldat studiossi di provare con un' analisi diretta di queste sostanze: 1.° eservene di quelle che non contengono ferro; 2.° le quantità infinitamente piccole di questo metallo non accrescere in verun modo la disposizione ad acquistare lo stato magnetico in quelle sostanze che non ne contengono naturalmente; ed essere valutabile con mezzi chimici quelle quantità di ferro che sono in tal proporzione da dar loro magnetiche proprietà; 3.° il ferro in istato di combinazione non dà a quelle sostanze che lo contengono la disposizione ad acquistare lo stato magnetico.

Dove ricorse ad un altro metodo per dimostrare la esistenza di un magnetismo in que' metalli ove non si credeva che esistesse. Fondandosi sul fatto che una corrente elettrica produce nel ferro posto vicino ad essa due forze che operano in senso opposto, vale a dire una polarizzazione magnetica ed una corrente elettrica che possono alternativamente dominare l' una sull' altra, ammise che la proprietà degli altri metalli di non essere magnetici dipenda da ciò che la corrente elettrica nasconde la polarizzazione magnetica. La distruzione di questa corrente riducendo la massa continua in un fascio di fili isolati, dee adunque far apparire la polarizzazione magnetica, e Dove mostrò che ciò avveniva per l' ottone, come pure per l' antimonio, pel bismuto, pel piombo, per lo stagno, per lo zinco e pel rame.

Faraday stabilì in massima generale che tutti i metalli hanno la proprietà di divenire magnetici come il ferro, e non già in modo debole ed incerto, come si era creduto finora, ma con molto vigore, bastando solo perciò ridurli ad un dato grado di temperatura che varia per ciascuno di essi, e al disopra o al disotto del quale perdono la loro virtù magnetica, esigendo ciascun un grado di calore particolare, come per la liquefazione. Lo stesso Faraday osserva il ferro ed il nichelio essere i soli metalli che sieno magnetici alla temperatura ordinaria, ma perdere essi pure questa qualità, il primo al color rosso vivo, il secondo alla temperatura dell' ebollimento degli olii.

Dalle osservazioni generali venendo a quelle speciali, riferiremo brevemente i fatti relativi al magnetismo di parecchie sostanze, i quali ci sembrano di qualche interesse ad essere conosciuti per le norme che se ne possono dedurre nella costruzione migliore di quegli stromenti, come le bussole e simili, nei quali dagli effetti del magnetismo si trae utilmente partito.

Abbiamo riferiti gli esperimenti del Cavallo sul rame, e veduto come egli non vi riscontrasse alcun indizio di magnetismo. Tuttavia stanno contro quelle asserzioni le influenze sull' ago magnetico notate dal Nobili nei fili dei galvanometri, quantunque si fosse accertato, non contenere questi fili sensibile indizio di ferro. Egli concluse essere l' azione magnetica dei fili di rame sensibilissima nelle più piccole masse. Sei a sette fili di questo metallo del diametro di 1/4 di millimetro, uniti insieme a guisa di fascio e collocati nel piano di due aghi astatici alla distanza di un millimetro circa da questo sistema, trascinano seco i due aghi per vari gradi quando vi girano al disopra, deviandoli dal loro stato di equilibrio di 15 a 20.

Per rimediare a questo inconveniente provò il Nobili la sostituzione di fili di platino o di argento a quelli di rame. Oltre al vantaggio di ridurre gli aghi astatici sulla linea centrale del galvanometro, affinchè fossero in situazione da risentire ugualmente l' azione delle correnti dirette nei due sensi, avrebbesi quello altresì, cangiando i fili di rame in altri meno magnetici, di accrescere la delicatezza dello strumento, scemando l'attrazione magnetica fra gli aghi ed il filo del moltiplicatore. Trovò il Nobili che i fili di platino esperimentati in piccoli fasci al disotto di un sistema astatico esercitavano un' azione più debole bensì di quelli di rame, ma ancora discretamente sensibile, e che invece i fili di argento non avevano quasi nessuna influenza. Preferiti adunque gli ultimi nella fabbricazione dei galvanometri, trovò l' effetto superiore all' aspettativa, poichè non solamente gli aghi in presenza del filo di argento si riducevano sulla linea centrale del telaio, ma altresì la loro sensibilità diveniva sei volte maggiore di quella che avevasi cogli aghi circondati dal filo di rame, sicchè quelle correnti, le quali producevano deviazioni di 1° o 2° nei galvanometri a filo di rame, ne davano invece di 6° a 12° in quello a filo di argento.

Nello zinco si disse come il Cavallo non ritrovasse alcun indizio di magnetismo, e tuttavia si è veduto come lo si riscontrasse nell' ottone che di rame e zinco componesi, specialmente allorchè questo sia con la battitura o con altri simili mezzi incrudito. Il Pianciani però, dietro esperimenti fatti, sospetta che questi effetti provengano per lo più da particelle di ferro contenutevi, benchè nella tenue proporzione di 2 a 3 millesimi, stimando egli che un solo millesimo di ferro basti a rendere l' ottone capace di stabile magnetismo, ciò che non è del rame nè dello zinco. Il Berzelio trovò magnetica la lega del rame con $\frac{1}{10}$ di ferro. Lo stesso Pianciani osserva però che il magnetismo dell' ottone è molto maggiore di quello dell' argento ed anche del rame, dovendosi, in conseguenza, preferire questi due metalli nella costruzione delle bussole nautiche e di altri somiglianti utensili. Sembra, dice egli, che le molecole del ferro rinchiuse fra quelle dell' ottone e del bronzo, acquistino una forza coercitiva che non avevano dapprima, sicchè quelle due leghe non sieno per sè stesse magnetiche, ma rendano il ferro contenutovi atto a conservare il magnetismo più che nol farebbe naturalmente. La lega del rame col nichelio non è dotata di proprietà magnetiche, e Seebeck raccomanda anzi una lega di due parti di rame ed una di nichelio, dicendola eccellente per fare le bussole, perchè affatto scevra di magnetismo.

Una piccolissima quantità di ferro basta, secondo il Berzelio, a rendere magnetici il manganese ed il bismuto, e Berthier conobbe che il primo, debolmente magnetico alla temperatura ordinaria, lo diviene con molta forza, esposto che sia ad un freddo intenso artifiziale, il che si accorderebbe con la asserzione generale del Faraday che, cioè, tutti i corpi sieno magnetici, ma a gradi di temperatura diversi. Quanto al bismuto Lebaillif riconobbe che un piccolo pezzo di esso avvicinato ai poli di un ago calamitato mobilmente sospeso vi produceva una sensibile ripulsione. Questo effetto, che si ottiene anche con l' antimonio, supponesi dovuto ad origine elettro-magnetica; ma ciò non è che indicarlo con altre parole piuttosto che darne una spiegazione, come osserveremo più innanzi. L' osmiuro di iridio ed i cristalli di titano, che alla temperatura ordinaria sembrano essere debolmente magnetici per minime quantità di ferro che contengono, non aumentano di magne-

tismo neppure a temperature assai basse. Forse è pure a minime porzioni di ferro che dee il cromo il debole magnetismo che vi osservarono alcuni. Quanto al cobalto Berzelio crede che la sua proprietà magnetica si deva all' arsenico che vi è contenuto.

Fra le altre sostanze del regno minerale non metalliche avvene alcune, anche fra le pietre preziose, come lo smeraldo, ed il rubino, che producono una leggera attrazione sull' ago magnetico ed acquistano eziandio talvolta una debole polarità.

Un' altra serie di fenomeni, la quale altra volta adducevasi a conferma del magnetismo generale dei corpi si è quella che dicesi del *magnetismo di rotazione* od anche del *magnetismo in movimento*, e consiste nella influenza che producono sopra un ago magnetico oscillante dischi stabili di varie sostanze o sopra un ago magnetico stabile dischi roteanti, o finalmente sopra dischi stabili aghi magnetici animati da un moto di rotazione. Vedremo in appresso come sembri in oggi dimostrato dipendere queste influenze reciproche da disequilibrii elettrici cagionati per induzione da una sostanza sull' altra. Essendo tuttavia a nostro credere ben lungi dalla certezza il fatto che il magnetismo sia cosa diversa dalla elettricità e non piuttosto uno stato particolare od una modificazione di essa, e siccome, checchè si pensi di tale quistione, è pur certo che gli effetti prodotti da queste influenze sono i medesimi che si avrebbero se i corpi che li producono fossero realmente magnetici, così crediamo utile di farne qui un qualche cenno.

Nell' anno 1824 Arago osservando una bussola posta in una cassetta di rame purissimo stupì nel vedere che il numero delle oscillazioni che faceva da una parte e dall' altra del meridiano magnetico non corrispondeva alla sua mobilità che erasi avuto cura di rendere grandissima. Benchè queste oscillazioni avessero sempre la stessa durata, pure decrescevano assai prontamente di ampiezza, e l' ago ben presto mettevasi in quiete, mentre invece le oscillazioni erano assai più grandi e più numerose collocando l' ago fuori della cassetta. Per iscoprire la cagione di questa singolare resistenza alla durata del movimento Arago fece oscillare un ago magnetico al di sopra di vari dischi di rame purissimo alcuni più grossi, altri meno. Osservò l' ampiezza delle oscillazioni diminuire tanto più rapidamente quanto più grosso era il disco di rame vicino, e che un corpo frapposto fra il disco di rame e l' ago come una membrana tesa ad un foglio di carta non mutava l' effetto osservato. Provò Arago altresì a far oscillare l' ago magnetico sopra altre sostanze, come l' acqua, il ghiaccio, il vetro e simili, e trovò che i metalli, i quali agiscono con più energia del vetro, del legno o simili, hanno un modo di agire diverso, ma che, in massima generale, tutti i corpi posti vicini ad un ago calamitato che oscilla vi esercitano sopra un' azione che vi scema l' ampiezza delle oscillazioni senza alterarne il numero. Tale scoperta venne annunziata all' Accademia delle scienze il 22 novembre 1824.

Immediatamente dopo Seebeck ripetè l' esperienza di Arago, facendo oscillare un ago lungo due pollici e 1/8 tre linee distante al disopra di piastre di varia natura, e contò il numero di oscillazioni necessarie in ogni caso, perchè l' ampiezza si riducesse da 45° a 10°. Sfortunatamente non operò egli con piastre di uguali dimensioni, sicchè i suoi risultamenti non hanno quell' esattezza che dovrebbero, tuttavia crediamo utile riferirli, perchè possono sempre dare qualche norma.

Numero delle oscillazioni	Grossezza delle piastre	Sostanze
116	0,0 linee	Marmo
112	2,0	Mercurio
106	2,0	Bismuto
94	0,4	Platino
90	2,0	Antimonio
89	0,75	Piombo
89	0,2	Oro
71	0,5	Zinco
68	1,0	Stagno
62	2,0	Ottone
62	0,3	Rame
55	0,3	Argento
6	0,4	Ferro.

Riconobbe lo stesso Seebeck che unendo in lega sostanze magnetiche con altre che non lo sono, si formavano composti, i quali non avevano alcuna azione sull' ago calamitato, e cita particolarmente la lega di 4 parti di antimonio ed una di nichelio. Parecchii altri fisici ripeterono le esperienze medesime, dietro le quali stabilirono essere questo genere di azione massimo nel rame, venendo in appresso lo zinco e lo stagno. Il Nobili, che ripetè pure quegli esperimenti in unione al Baccelli, trovò meno grande che nol si fosse annuziata la diminuzione nell' ampiezza delle oscillazioni, e che la più grande differenza accadeva sulle prime oscillazioni; così che un ago deviato di 90° dalla linea del suo equilibrio, il quale non perdeva 30° che dopo 12 oscillazioni, li perdeva invece dopo 3 sole quando era posto a poca distanza da un disco di rame, il numero totale delle oscillazioni nel primo caso differendo del resto solo nel rapporto di 3 a 2 da quelle che avevano luogo nel secondo.

Gli stessi effetti che le altre sostanze esercitano sull' ago calamitato produconsi naturalmente dalle calamite su queste sostanze, e si può convincersene facendo oscillare un disco di rame posto in un piano verticale e sospeso ad un asse che passi a piccola distanza dal suo centro di gravità, i cui movimenti si vedranno essere molto minori e quasi nulli inserendolo fra i due poli di una calamita a ferro di cavallo molto possente.

Vedendo in tal guisa il rame ed altre sostanze non agire sensibilmente sull' ago calamitato in quiete, ma bensì sulle oscillazioni di esso ne veniva la conseguenza che il movimento dell' ago sviluppasse nel disco alcune forze cui si dovessero gli effetti osservati. Arago pensò quindi che se invece il disco si ponesse in moto e l' ago rimanesse in quiete, questo ultimo verrebbe deviato dal meridiano magnetico. La esperienza confermò pienamente tale supposizione, poichè essendosi dato, mediante una macchina da orinolo, un movimento di rotazione ad un disco di rame purissimo al disotto di un ago calamitato, anche divisi da una piastra di vetro o da una membrana tesa per evitare l' effetto dell' agitazione dell' aria, si riconobbe che l' ago deviava dal meridiano magnetico e mantenevasi fuori di quello di un angolo tanto maggiore quanto più rapida era la

rotazione del disco. Aumentando progressivamente la rapidità di questo movimento, la deviazione da esso prodotta giugne ben presto a 90°, ed allora l'ago trascinato al di là acquista un moto di rotazione nello stesso senso del disco. Mutando il senso del movimento del disco di rame l' ago devia od anche gira in senso opposto di prima. Rimanendo uguale la velocità del disco, l' azione che l' ago riceve scema a misura che cresce la distanza; così se l' ago gira con moto continuo quando è separato dal disco con un solo foglio di carta prende invece una posizione fissa se aumentasi la distanza, e la deviazione va sempre scemando a misura che cresce questa distanza medesima.

Questa forza dà origine a tre componenti; la prima *perpendicolare ai raggi del disco*, è quella che agisce sull' ago, come abbiamo veduto;

La seconda è *perpendicolare al piano del disco*, e se ne comprova l' esistenza mediante un ago verticale sospeso al braccio di una bilancia, il quale viene sempre rispinto, qualunque sia il polo che si trova al disopra del disco girevole e vicino agli orli di esso;

La terza agisce *nel senso dei raggi del disco* e se ne conoscono come segue gli effetti. Disponesi un ago di inclinazione per modo che sia verticale, e che il suo piano di rotazione passi pel centro del disco; spostandolo allora, ma tenendolo sempre sopra uno stesso raggio, la punta dell' ago può corrispondere a tutti i punti di questo raggio medesimo o del prolungamento di esso. Quando la punta dell' ago cade al di fuori del disco viene rispinta lungi dal centro di rotazione; questa forza ripulsiva diminuisce a misura che l'ago si avanza verso il centro ed è nulla ad una certa distanza da questo punto, quindi si cangia in forza attrattiva, per divenire poi nulla di nuovo nel centro medesimo.

Sopra ciascun raggio del disco avvi pure un punto fra la circonferenza ed il centro, dove la forza di cui si tratta è nulla, al di là del quale è ripulsiva e più verso al centro attrattiva.

Prevost e Colladon da esperienze fatte accuratamente dedussero che gli angoli di deviazione aumentano in proporzione della velocità, almeno entro certi limiti; e che i seni degli angoli di deviazione crescono in ragione inversa della potenza a $\frac{1}{f}$ della distanza. Babbage ed Herschel annunziarono che la legge, con cui scemava la forza per la distanza, non sembrava costante, ma che variava fra la ragione del quadrato e quella del cubo della distanza. Christie invece asserì che facendo girare un disco grosso al disotto di un ago molto esile, la forza che tende a far deviare l' ago cresce direttamente come la velocità di rotazione del disco, ed inversamente come la quarta potenza delle distanze.

Haldat cercò a qual limite un ago di acciaio o di ferro cessasse di essere trascinato dal disco in rotazione, e trovò che ogni ago obbediva sempre all' azione del disco purchè fosse magnetico, benchè in debolissimo grado, ma che l' effetto cessava tosto che svaniva la polarità. Esaminarono pure Haldat e Nobili se il calore potesse avere alcuna influenza su questi fenomeni, ma non trovarono alcuna differenza fra i dischi incandescenti e quelli alla temperatura ordinaria. Lo stesso Haldat ed anche il Nobili fecero inutili tentativi per calamitare agli di ferro o di acciaio mediante dischi in movimento, neppure quando la rotazione era la più veloce possibile.

Parecchii fisici studiarono questi fenomeni, e fra questi Babbage ed Herschel, i quali variarono l' esperimento sospendendo liberamente a fili non torti, dischi di rame o di altre sostanze trovate magnetiche al disopra di una calamita a ferro di

cavallo fatta girare rapidamente. Siccome la reazione è sempre uguale all' azione, così, come era ben naturale, questi dischi mettevansi in movimento più o meno rapido. Fecesi la esperienza con una calamita che portava 20 libbre di peso e con dischi circolari di rame del diametro di sei pollici e dalla grossezza di pollici 0,05. Appena fatta girare la calamita volta coi poli insù, il rame cominciò anche esso a girare in ugual direzione con un moto lento da prima, ma la cui rapidità si andò gradatamente crescendo. Comunicando alla calamita un movimento in senso opposto, anche il disco mutava di posizione, e presentava gli stessi fenomeni. Il Nobili, applicando ad un disco di legno due spranghette calamitate, vide il moto rotatorio di queste trasmettersi tanto ad un ago di rame quanto ad un intero disco dello stesso metallo liberamente sospesi. Il disco di legno senza le spranghette magnetiche verificossi non dare alcun moto di rotazione all' ago di rame.

Sia che i dischi in rotazione comunichino il moto agli aghi magnetici, sia che viceversa la rotazione di una calamita si comunichi ad altra sostanza, il grado di deviazione o la velocità ottenuta variano secondo la natura di queste sostanze medesime. Arago aveva assoggettato fino da principio all' esperienza piastre di varie sostanze di uguali dimensioni, sperando potere determinare precisamente il modo di azione di esse sull' ago calamitato; ma trovò pegli stessi metalli risultamenti tanto diversi secondo che contenevano più o meno di lega che non volle neppure pubblicarli.

Herschel e Babbage fecero esperienze allo stesso oggetto principalmente coi vari metalli, e trovarono che questi stavano con l' ordine seguente, prendendo per unità di questa azione quella del rame.

Rame	1,00
Zinco	0,98
Stagno	0,46
Piombo	0,25
Antimonio	0,09
Bismuto	0,02.

Trovarono l' argento essere dotato di grande forza, e l'oro invece assai debole, ed avendo esperimentato il mercurio, mediante un anello fatto di due cilindri di vetro, videro che quando era purissimo dava un effetto medio fra quello dell' antimonio e del bismuto. Ottennero pure qualche indizio dal carbonio in quello stato particolare di apparenza metalloide in cui si precipita dall' idrogeno carbonato nelle fabbriche del gas per la illuminazione.

Il Nobili fece anch' esso l' esperienza con differenti metalli, osservando quale deviazione producessero nell' ago magnetico, rimanendo costantemente uguali la velocità della rotazione e la distanza dell' ago. Trovò che questa deviazione era:

Pel rame di	55°
Per l' ottone	14°
Per lo zinco	11°
Per lo stagno	10°
Pel piombo	8°.

Anche il Barlocci trovò che gli effetti andavano successivamente diminuendo secondo che i dischi erano di rame, di zinco, di stagno o di piombo, cioè con quell' ordine stesso che avevano stabilito Babbage, Herschel e Nobili. Tutti poi i fisici summentovati verificarono non agire sensibilmente sull' ago magnetico i dischi delle sostanze coibenti, come il vetro, le resine e simili, a meno che queste non si fossero elettrizzate accidentalmente con lo sfregamento; e nessun effetto ottennero pure dai conduttori imperfetti, come il legno

ed il cartone asciutti od umidi, l' acido solforico e simili.

Un disco di ferro dolce agisce con più energia ancora di uno di rame, e, paragonato all' ottone, trascina l' ago a doppia distanza con pari velocità. Il ferro fortemente incrudito agisce al pari del ferro dolce, ma nè l'uno nè l'altro poterono comunicare polarità alcuna ad un ago di acciaio. Un disco di acciaio non temperato grosso un millimetro non produsse alcun effetto sensibile sopra l' ago calamitato, il quale, dopo alcune oscillazioni irregolari, si mantenne nella sua posizione di equilibrio ordinaria. Haldat, cui devonsi questi sperimenti, ne concluse che la forza di questa influenza è in ragione inversa della forza coercitiva.

Dietro la osservazione fatta da Christie di una mutazione permanente avvenuta nel magnetismo di una piastra di ferro, in conseguenza soltanto di un cangiamento di posizione dell' asse di essa, Barlow pensò che tale mutazione dovesse farsi maggiore con un rapido movimento di rotazione. Il primo esperimento che fece si fu con una bomba fissata sull' asse di un grosso tornio mosso da una macchina a vapore. Quando la palla veniva fatta girare con la velocità di 640 giri al minuto, l' ago deviava d' alcuni gradi dalla sua posizione naturale, e quindi rimaneva stazionario durante il movimento della palla; quando cessava la rotazione tornava immediatamente alla posizione di prima; invertendo il movimento della palla producevasi una deviazione uguale, ma opposta. Benchè sienesi fatti numerosi esperimenti sotto varie circostanze, non si potè dedurre la legge relativa a questi fenomeni fino a che non fu neutralizzata l' azione della terra col mezzo di altre calamite convenientemente disposte. In allora disparvero tutte le precedenti anomalie, e si rese manifesta la legge seguente. Quando

l' ago e la palla sono tutti e due nello stesso piano orizzontale, qualunque sia la direzione dell' asse di rotazione della palla, se il movimento di essa alla parte superiore si fa verso l' ago il polo norte di quest' ultimo viene attratto; nel caso opposto viene rispinto. Dietro a ciò concluse Barlow che quando un pezzo di ferro si fa girare rapidamente in una linea che non coincida col suo asse magnetico, ha luogo uno spostamento temporario nelle sue forze magnetiche, equivalente per l' effetto alla influenza di un nuovo asse di polarizzazione perpendicolare ai piani che passano pei suoi assi di rotazione e di polarizzazione ordinaria.

Christie fece pure una serie di esperimenti su tale soggetto, ed accertossi che una piastra, la quale in una data posizione produce una certa deviazione dell' ago calamitato, non dà più lo stesso effetto dopo aver fatto un intero giro nel piano in cui si trova, benchè condotta alla posizione di prima, ed ogni altra parte dell' apparato sia tornata pure allo stato primitivo. Questo cangiamento nella forza direttrice della piastra prodotto dalla rotazione era più grande quando il piano di essa era paralello alla linea di inclinazione, e nello stesso tempo leggermente inclinato all' orizzonte, come questa condizione richiede, od in altre parole quando l' asse di rotazione era nel piano dell' equatore magnetico, ed inoltre nel piano verticale del meridiano magnetico. Dedusse quindi una legge che può esprimersi come segue: Dato un ago di inclinazione posto nel centro di una sfera imaginaria che abbia un equatore posto in un piano, il quale tagli perpendicolarmente la direzione dell' ago inclinatorio, ed una piastra di ferro circolare da porsi col suo centro alla superficie di questa sfera, riuscendo il suo piano tangente a questa superficie, quando la piastra si gira l' effetto di questo

movimento sopra l' ago inclinatorio sarà tale che ciascun lato dell' equatore di quest' ultimo devierà in direzione contraria a quella in cui si muove il lato della piastra che è più vicino. È facile dedurre da questa legge le deviazioni dell' ago orizzontale.

Tornando a parlare degli effetti magnetici degli altri metalli fatti girare con una certa rapidità sopra l' ago magnetico, è un fatto meritevole da notarsi quello che questi dischi perdono gran parte della loro forza quando presentano soluzioni di continuità nel senso dei raggi. Un leggero disco di rame sospeso ad una data distanza al di sopra di una calamita posta in movimento, faceva sei giri in 54″,8 ; tagliatosi in 8 luoghi nella direzione dei raggi vicino al centro, la sua forza magnetica indebolissi talmente che fece lo stesso numero di giri soltanto in 121″,3. Essendosi saldate con lo stagno le parti che si erano tagliate, l' azione magnetica venne ristabilita per guisa che i sei giri compieronsi in 57″,3, cioè presso a poco nello stesso tempo che quando il disco era intero. Questo fatto è notabilissimo non avendo lo stagno che metà dell' energia del rame. Babbage ed Herschel servironsi di questa proprietà per aumentare le suscettibilità magnetiche dei corpi. Sospesero eglino un disco di ottone del diametro di pollici 2,25, e della grossezza di pollici 0,15 ed osservarono qual tempo impiegasse a compiere un certo numero di giri : trovarono per

1 giro	2 giri	3 giri	4 giri	5 giri
20″,2	29″,1	35″,2	40″,8	45″,7

Tagliatosi lo stesso disco come si disse più sopra, e sovrappostevi le porzioni staccate mediante un sottile foglio di carta, affinchè nulla perdesse del proprio peso, il tempo dei movimenti divenne

1 giro	2 giri	3 giri	4 giri	5 giri
41″,1	57″,9	71″,0	83″,0	93″,7

Il tempo essendo doppio, le forze erano quindi nella proporzione di 4 : 1

Saldatesi le parti tagliate con bismuto, la cui energia magnetica è debolissima, ebbesi un tale effetto pel magnetismo preso dal disco di ottone che questo compiè i suoi giri nel numero dei secondi che segue :

1 giro	2 giri	3 giri	4 giri	5 giri
28″,2	39″,7	48″,4	56″,3	63″,0

La forza acceleratrice divenuta essendo più che doppia di quella che si era prodotta nell' ultimo esperimento.

Levatosi il bismuto e riempitesi le parti tagliate con istagno, il tempo dei giri divenne

1 giro	2 giri	3 giri	4 giri	5 giri
21″,7	30″,8	38″,0	43″,5	48″,7

Sicchè il disco era quasi tornato allo stato primitivo. Le forze acceleratrici trovaronsi dietro questi esperimenti essere quelle che seguono :

Ottone non tagliato . . .	1,00
— — tagliato	0,24
— — saldato col bismuto .	0,53
— — saldato con lo stagno.	0,88
Rame non tagliato . . .	1,00
—— tagliato	0,20
—— saldato con lo stagno .	0,91.

Questi risultamenti mostrano l' influenza delle interruzioni di continuità, e delle sostanze che le tolgono sull' energia magnetica dei metalli in rotazione. Riempiendo questi intervalli con polveri metalliche ben premute, o con liquidi, come l' acqua

e l' acido solforico non si giugne a togliere sensibilmente queste perdite di intensità. La riduzione dei metalli onde componsi i dischi in fili od in polvere produce per conseguenza una notabile diminuzione di effetto.

Si cercò di spiegare questi curiosi fenomeni sul principio dell' essere il tempo un elemento necessario della induzione del magnetismo, od in altre parole dall'occorrere un tempo sensibile tanto per l'acquisto della polarità magnetica comunicata dalla induzione di un corpo magnetizzato, quanto per la perdita di questa polarità, quando il corpo nel quale era stata indotta torna allo stato neutrale, venendo sottratto ad ogni estranea influenza. Si imagini dietro a ciò che il polo norte di una calamita si muova orizzontalmente a piccola distanza di contro ad una piastra di metallo od altra sostanza assai poco suscettibile di magnetizzarsi, e quindi debolmente atta a mantenere il magnetismo medesimo. I punti, sopra i quali passa successivamente, non possono istantaneamente ricevere tutto quel magnetismo che la calamita vi può eccitare; quindi non possono giugnere allo stato di massima polarità nel breve momento in cui la calamita vi passa dinanzi a piccola distanza. Per lo stesso motivo non può neppure perdere la polarità nello stesso istante che la calamita viene rimossa dalla posizione di prima. Per queste due cause adunque sempre sussiste nella parte abbandonata dalla calamita uno spazio dotato di una più forte polarità opposta di quella che sta dinanzi alla calamita medesima. Da ciò ne deriva un' azione obbliqua fra' il polo della calamita e quello appunto della piastra lasciata indietro da essa, la quale viene così indotta a muoversi nella direzione stessa della calamita. Per quanto sembrasse plausibile questa teoria vi si oppongono alcune gravi difficoltà. Non può dare spiegazione soddisfacente del modo come una forza attrattiva che risulta da una induzione fra il polo di una calamita e la polarità conseguente delle parti adiacenti di un pezzo di rame, questa forza, tanto debole da non produrre alcun effetto sensibile quando i due corpi sono in quiete, venga immediatamente tanto accresciuta per la loro separazione e continuo movimento l' uno relativamente all' altro da produrre un effetto così considerevole. Inoltre, secondo questa teoria, la forza che produce il movimento dei dischi o degli aghi è attrattiva, ed Arago invece ha veduto che la risultante di tutte le forze che operano fra il polo della calamita e la piastra è una forza ripulsiva.

Le scoperte di Nobili, di Faraday ed altri relative alle correnti elettriche prodotte dalla influenza delle calamite aperse ro la via a meglio comprendere la causa di questi fenomeni. Si è in fatti scoperto che allorquando i poli di una calamita mutano posizione relativamente alle varie parti di una piastra di metallo vicina devono prodursi alla superficie o nell'interno di questa piastra conduttrice correnti voltaiche in varii sensi: sulle parti che si allontanano dai poli, per esempio, le correnti devono essere dirette in quel senso in cui sarebbero state capaci di dare alla calamita la polarità che possede, mentre nelle parti dei conduttori che si riavvicinano ai poli, le correnti devono essere inverse, ora è chiaro che queste correnti, stabilite che sieno, devono reagire sui poli delle calamite dietro le leggi ben conosciute. Le azioni dei due generi di correnti si accordano quindi per opporsi in parte al cangiamento delle distanze relative fra la calamita ed i varii punti della piastra conduttrice, donde risulta una specie di resistenza al movimento che spiega la rapida diminuzione dell' ampiezza delle oscillazioni di un ago calamitato vicino ad una piastra condut-

trice in quiete, come pure la rotazione di un ago trascinato dal movimento di un disco metallico. Nobili ed Antinori fecero con molta accuratezza l' analisi delle correnti voltaiche prodotte nei dischi di cui si tratta, e Faraday assicurossi anche esso direttamente dell' esistenza di queste correnti in un disco di rame girato fra i poli di una forte calamita a ferro di cavallo. In questo caso le correnti vanno dal centro alla circonferenza nella direzione dei raggi, od inversamente, secondo il senso in cui gira il disco, e questa differenza viene dall' agire ciascun polo della calamita sopra una faccia opposta del disco, mentre invece nell' esperimento col metodo di Arago tutti e due i poli agiscono sopra la faccia medesima.

Haldat tuttavia, dietro molte ricerche ed esperimenti fatti, cercò provare la rotazione dell' ago magnetico prodotta dall' influenza dei dischi in rotazione essere un fatto del magnetismo universale stabilito da Coulomb, e potersi con quella dottrina spiegare, senza bisogno perciò di ricorrere alle correnti di induzione addietro indicate. Fonda egli questa teoria sopra due classi di fatti ugualmente facili ad osservarsi e ad essere riprodotti. I primi sembrano a lui dimostrare la teoria delle correnti supposte nei dischi in rotazione non essere conciliabile con le leggi delle correnti moltiplici indotte da una stessa lama metallica, le quali, secondo che hanno luogo in una direzione comune, differente od opposta, si sommano, modificano la loro direzione o si neutralizzano, come lo provano d' accordo la teoria e la esperienza. La seconda classe di fatti, più direttamente opposta alla dottrina delle correnti induttive, deducesi da esperimenti, i quali mostrano potersi produrre la rotazione dell' ago con dischi ove l' isolamento di alcune parti si oppongono di necessità all'andamento delle correnti. Dopò avere diviso i dischi rotatorii in pezzi di varie grandezze che vennero fissati sopra dischi di legno secco atti ad isolarli gli uni dagli altri, e veduto che trascinarono l' ago nel loro moto di rotazione come quelli continui, De Haldat sostituì a questi frammenti, semplici bullette di rame o di ferro, isolate fra loro dal legno in cui erano infitte, formando corone concentriche, e trovò che malgrado la poca loro estensione ed il loro isolamento avevano efficacia bastante a trascinare l' ago, quando si adoperava il metodo delle oscillazioni che consiste nel comunicare al disco un moto di va e vieni che fa oscillare l' ago, aumentando sempre progressivamente l'ampiezza dei movimenti di questa, e seguendoli sempre col disco, fino a che la oscillazione dell' ago giunta al massimo si muti in movimento rotatorio continuato.

Esperimenti comunicati alla Società reale di Londra mostrarono che tutte le sostanze suscettibile di magnetismo per induzione quando sono interposte a guisa di schermagli, tendono ad intercettare l' azione eccitata da una calamita sopra una terza sostanza, e che questa facoltà di intercettamento è in relazione diretta alla massa della sostanza interposta ed in ragione inversa della sua suscettibilità a ricevere l' induzione del magnetismo. Così, per esempio, una sola piastra di ferro della grossezza di $\frac{1}{10}$ di pollice si trovò bastante ad intercettare l' azione di una calamita girevole sopra un disco di rame; ma non si ottenne lo stesso effetto quando il disco sul quale agiva la calamita invece che essere di rame era di ferro, a meno che lo schermaglio pure di ferro interposto non avesse molta massa. Si è quindi determinato che questa efficacia di intercettamento dipendeva non solamente dalla superficie del ferro interposto, ma era in proporzione altresì della sua massa. Sorse quindi il dubbio che si potessero ottenere indizii

di una uguale influenza da sostanze di natura non ferruginose, quando venissero interposte in masse considerevoli, e questa conghiettura fu verificata con l'esperienza, essendosi trovato che l'azione di una calamita che girava sopra un disco di ferro stagnato era compiutamente intercetta da masse grosse circa 4 pollici di rame, di zinco o di argento interposte.

Sembrerebbe quindi la facoltà di intercettare gli effetti del magnetismo di rotazione essere comune a tutte le sostanze, le quali però la posseggono in varii gradi, secondo la loro natura, e che per renderla sensibile basti soltanto impiegarne masse proporzionate alla loro suscettibilità magnetica relativa. Il piombo, a cagione d' esempio, il quale ha una suscettibilità magnetica più debole molto del rame, dee impiegarsi in massa molto maggiore se si vuol che produca un ugual effetto. Estendendo questo principio, si richiederebbe una grossezza di circa 30 piedi di ghiaccio per rendere sensibile in esso questa facoltà d' intercettamento.

Non è neppure necessario che quella sostanza, la quale esercita questa facoltà contemporaneamente all' azione di una calamita in rotazione, venga materialmente interposta fra questa calamita ed il disco metallico. Ognun troverà che nel caso del ferro una massa di questo metallo posta vicina alla superficie della calamita, anche distante dal disco su cui quella dee agire, ha l' effetto di neutralizzarne la forza. Per le sostanze non ferruginose è molto difficile scoprire sensibile questa loro influenza senza che siano interposte nella linea diretta in cui ha luogo l' azione.

Influenza della forma delle calamite. Oltre che il grado di magnetizzazione e la natura della materia, sulla quale la calamita metallicamente influisce, contribuisce la forma di esse. Primieramente è un fatto riconosciuto con la esperienza, e nuovamente comprovato non ha molto da Scoresby, non essere la forza delle calamite proporzionale alla loro massa, cioè che, date, per esempio, due calamite in cui tanto la qualità dell' acciaio quanto la tempera fossero perfettamente uguali, ma le dimensioni dell' una doppie di quelle dell' altra, la loro forza invece che essere proporzionale alle masse, cioè al cubo delle misure lineari, o come 1 a 8, si troveranno forse da 1 a 5 od a 6 solamente. Abbiamo pure riferito all' articolo CALAMITA (T. III di questo Supplemento, pag. 135), come a massa uguale un cilindro cavo desse effetto maggiore d' assai di una spranga massiccia. Da questi fatti converrebbe concludere non potersi aumentare indefinitamente le dimensioni delle calamite, ma avervi un limite, oltre al quale l' aumento della massa non produrrebbe più alcun effetto. Lo stesso Scoresby per altro annunziò poter egli senza difficoltà costruire una calamita del peso di una tonnellata, e, mediante un metodo onde fece vedere la prova all' Associazione britannica per l' avanzamento delle scienze, poter rendere attiva ed efficace ciascuna spranga.

Per quanto riguarda la forma si è detto nell'articolo CALAMITA del Dizionario (Tomo III, pag. 207) come spesso si curvino le spranghe magnetiche a guisa di ferro di cavallo, la quale disposizione ha il vantaggio di riavvicinare i poli, e di adattarvi l' armatura e l' ancora più facilmente.

Kupffer in alcune ricerche fatte sulla distribuzione del magnetismo nelle spranghe di acciaio calamitate indagò eziandio la influenza che esercita la forma delle cime di una spranga sulla forza magnetica di essa, e conobbe che andava questa scemando a misura che se ne riduceva sottile ed aguzza la punta.

All' articolo CALAMITA *temporaria* si è veduto quanto influisca sulla magnetizza-

sione di quella la forma, ed in questo medesimo articolo indicammo (pag. 176) come venisse vantaggiosamente cangiata da quella comune a ferro di cavallo.

Maggiori studi, come era ben naturale, si fecero relativamente alla forma degli aghi magnetici per conoscere quale fosse la più vantaggiosa, e la importanza che hanno queste ricerche, e pei costruttori degli stromenti in cui questi aghi si attrovano, e per quelli cui occorre più o meno spesso servirsene, tratteremo qui l' argomento con una certa estensione.

Le qualità che si richiedono in un ago calamitato perchè serva perfettamente al suo offizio sono primieramente che la sua forza direttrice, paragonata col suo peso, cioè con la massa che la forza dee porre in moto, sia la più grande possibile; in secondo luogo che gli impedimenti all'azione di questa forza, i quali consistono principalmente nell' attrito sul pernio, sieno minori che sia possibile. Diviene quindi importante considerare qual relazione sussista fra queste forze opposte, e verificare quali sieno le condizioni che danno la maggior preponderanza alla forza direttrice.

L' attrito fra il pernio ed il ciotolino che vi poggia sopra, sta negli aghi in una certa proporzione con la pressione dei punti di sostegno, semprechè queste parti ritenganai costruite in ogni caso ad una stessa maniera. Questa pressione è proporzionata al peso dell' ago e delle altre parti che girano con esso. Coulomb dietro una serie di esperimenti conchiuse che terminando il pernio in una punta assai fina ed il ciotolino, essendo fatto di sostanza assai dura, l' attrito è assai prossimamente proporzionale alla radice quadrata dei pesi; ma dopo lungo uso la punta del pernio si smussa, e la superficie di contatto col fondo del ciotolino notabilmente si allarga, trovandosi allora l' attrito essere semplicemente proporzionale alla pressione.

Il modo di sospendere gli aghi calamitati è quindi della maggiore importanza, e perciò nelle esperienze delicate non conviene servirsi del pernio, ma solo di un fascetto di fili di seta non torti, in numero sufficiente per resistere al peso dell' ago o delle spranghe. Nei casi in cui si adopera un pernio ha questo a farsi tanto meno aguzzo quanto maggiore è il peso che dee sostenere. Nelle bussole pei navigli, ove oltre al peso vi sono scosse e movimenti continui, i pernii si fanno assai meno aguzzi e più rinforzati degli altri.

Ammettendo quindi tale essere la legge di relazione fra le resistenze che si oppongano agli aghi calamitati; se ne abbia uno di una data larghezza e grossezza, sostenuto sopra un pernio nel solito modo; si supponga sovrapporvi un altro ago magnetico precisamente simile in tutte le sue dimensioni e magnetizzato allo stesso grado. La pressione sul pernio sarà allora doppia di quella di prima, e per conseguenza l' attrito che è proporzionale a questa pressione sarà anch' esso doppio. La forza direttrice sarà bensì accresciuta, ma non già doppia di quella che avevasi con un solo ago; perchè, come vedremo, la reazione dei poli simili delle due calamite tende a diminuire la forza di ciascuna di esse. Quindi la relazione fra la forza direttiva e la resistenza sarà diminuita, e l' ago composto sarà meno sensibile alla magnetica influenza della terra od altro, e meno atto a dare quelle indicazioni che se ne desiderano. Lo stesso ragionamento si può applicare al caso di un aumento di grossezza dell' ago, dal che appare che rimanendo uguali tutte le altre condizioni, gli aghi che posseggono maggiore sensibilità sieno quelli più sottili. Avvi però un limite in questa norma generale essendo che un' eccessiva sottigliezza dell' ago lo può

far curvare pel proprio peso, conseguendone considerevole perdita di forza.

Circa alla lunghezza degli aghi calamitati, considerata in quanto influisce sulla loro forza magnetica, sembra che al di là di un certo limite, il quale è di circa 14 centimetri, un aumento di lunghezza produca un guadagno in ugual proporzione di forza direttrice; ma quando la grossezza rimane la stessa, anche il peso, e l'attrito per conseguenza crescono nell' identica proporzione, quindi non può aversi alcun vantaggio nella forza direttrice da un aumento di lunghezza. Quindi nel limite addietro indicato tutti gli aghi delle stesse dimensioni trasversali avrebbero, secondo la teoria, uguale sensibilità, qualunque ne fosse la lunghezza; ma in pratica si trovò che gli aghi che eccedono una moderata lunghezza vanno molto soggetti ad avere parecchi poli consecutivi, con grande diminuzione della loro forza direttrice per conseguenza. Per questo riguardo, generalmente parlando, sono preferibili gli aghi corti e temperati alla massima durezza.

Coulomb fece alcune esperienze su tale proposito, ponendo successivamente nella bilancia magnetica (V. MAGNETOMETRO) aghi tratti da un filo di acciaio passato per trafila, e torcendo ogni volta il filo di sospensione fino a che l' ago facesse un angolo di 36° col meridiano magnetico, proporzionando la forza di torcimento di quei fili in guisa che dovesse essere almeno di 35° a 36°. Trovò in tal modo che occorreva una forza di 11°, 05 per mantenere a 36 gradi un ago lungo 12 pollici ed una forza di 8°, 50 per un ago lungo 9 pollici. In queste prove adunque la diminuzione della forza direttrice fu di un grado al pollice. Continuando da 9 pollici a 6 poi da 6 a 3 e da 3 ad 1, trovò sempre la diminuzione della forza direttrice eguale di un grado per ogni pollice, diminuendone fino a tanto che un ago del peso di 38 grani è ridotto ad un pollice di lunghezza, avervi una relazione costante fra le quantità onde si accorciano gli aghi, e la diminuzione nelle forze direttrici, e da un pollice fino ad 1/4 di pollice i momenti stare presso a poco come i quadrati delle lunghezze dei fili.

Fece pure altre esperienze il Coulomb cercando il tempo che impiegavano aghi di varie lunghezze a fare 20 oscillazioni. Le lamine assoggettate all' esperienza erano di acciaio purissimo, larghe 3 linee, e di lunghezze varie da 16 a 4 pollici.

Trovò che per fare 20 oscillazioni quella di 16 pollici impiegava 231 secondi

12	.	.	.	.	180
10	.	.	.	.	154
8	.	.	.	.	126
6	.	.	.	.	98
4	.	.	.	.	80.

Altre lamine, larghe invece 8 linee, per fare 20 oscillazioni impiegarono quella di 16 pollici 254 secondi

12	.	.	202
8	.	.	154
4	.	.	104.

Una lamina lunga 12 pollici e larga 3 linee, avendo fatto 20 oscillazioni in 180 secondi, ed una lamina di 4 pollici 20 oscillazioni in 80 secondi, la differenza del tempo per 20 oscillazioni in queste due lamine fu di 100". Esperienze simili fatte con altre lamine di larghezza diversa dimostrarono del pari che un' uguale diminuzione di lunghezza dava presso a poco la stessa diminuzione nel tempo delle oscillazioni, quindi la larghezza delle lamine pochissimo influisce su questo effetto; il tempo delle oscillazioni decresce presso a poco in proporzione alla diminuzione di larghezza delle lamine, e ad uguali grossezze e lunghezze, il tempo

totale delle oscillazioni è maggiore per le lamine larghe che per quelle strette.

Ad oggetto di conoscere in qual maniera variasse il tempo della oscillazione degli aghi rimanendo uguali la larghezza e la lunghezza, ma accrescendone la grossezza, Coulomb prese lamine simili a quelle della esperienza precedente, e della stessa natura, ma di grossezza poco più che tripla, e cercò ugualmente qual tempo impiegassero a fare 20 oscillazioni.

Per una lunghezza	
di 12 pollici fu di	229″
10	208
8	176
6	151
4.	128.

Sottraendo dal tempo che impiega una lamina di 12 pollici per fare 20 oscillazioni, il tempo impiegato per eseguire lo stesso numero di oscillazioni da una lamina di 4 pollici, si trova 101, quantità pressochè uguale a quella avutasi precedentemente. Da ciò ne risulta che la grossezza non muta la durata delle oscillazioni, la quale è sempre proporzionata all' aumento delle lunghezze.

Un altro oggetto cui deesi avere riguardo nella costruzione degli aghi magnetici è la figura che è loro più favorevole ad acquistare una grande forza direttiva. Varie sono le forme datesi agli aghi da bussola, la scelta fra queste essendosi regolata piuttosto secondo il capriccio e la fantasia dei fabbricatori, che dietro alcuna regola di principii scientifici. Le forme usate più frequentemente sono quelle cilindrica, prismatica, a rombo, a paralellogramo e quella di una spranga schiacciata e sottile che si va restringendo verso le cime, terminando a guisa di freccia. Coulomb fece esperimenti anche su di ciò, i quali riferiremo tanto più volentieri in quanto che in essi venne tenuto conto altresì della influenza dei

gradi diversi di tempera. Tagliò egli in una stessa lamina di acciaio 3 aghi lunghi ciascuno 6 pollici: il primo aveva la forma di un paralellogrammo rettangolo lungo 9 linee e mezza e pesava 382 grani; il secondo aveva la stessa forma, era largo 4 linee e 3/4 e pesava 191 grani; il terzo, tagliato a guisa di freccia, era largo alla metà 9 linee e mezza e pesava come il secondo 191 grani.

Temperatisi questi 3 aghi al rosso bianco vennero calamitati a saturazione ed avendoli sospesi alla bilancia magnetica, si osservò che per mantenerli a 30 gradi dal meridiano magnetico occorreva una forza di torcimento.

Pel primo . . .	di 85 gradi
pel secondo	49
pel terzo	53.

Pegli stessi aghi, fatti rinvenire al colore violetto, abbisognarono

Pel primo	118 gradi
pel secondo	65
pel terzo	68.

Avendoli fatti rinvenire ancora al color di acqua marina occorsero

Pel primo	126 gradi
pel secondo	68
pel terzo	3.

Avendoli fatti rinvenire ad un grado di calore rosso scuro esigettero

Pel primo	134 gradi
pel secondo	70
pel terzo	79.

Finalmente questi stessi aghi, arroventati a bianchezza, e fatti raffreddare lentamente, diedero presso a poco il medesimo

risultamento che quando erano temperati al color rosso bianco.

Queste esperienze dimostrano che le lamine tagliate a guisa di freccia hanno, a circostanze del resto perfettamente uguali, un momento magnetico alquanto maggiore degli aghi paralellogrammici, cioè che ogni allargamento degli aghi alle cime è seguito da una sensibile diminuzione di forza. Dietro tutti questi esperimenti si era venuti alla generale conclusione che negli aghi della stessa forma la forza direttrice era nella stessa proporzione delle loro masse.

Kater fece una serie di esperimenti per conoscere la miglior forma da darsi agli aghi da bussola, e con varie prove trovò aver la estensione di superficie poca influenza sulla forza direttrice, dipendendo questa quasi interamente dalla massa dell' ago, quando sia desso calamitato a saturazione. Preparò due aghi di acciaio cementato e due altri di quell' acciaio detto *acciaio sprone*, ciascuna del peso di 66 grani, e diede loro la forma di un elisse allungata, di 5 pollici pel maggior diametro e di mezzo pollice pel minore. Un ago di ciascuna specie di acciaio venne traforato a quella guisa che si vede nella fig. 6 della Tav. XXII delle *Arti fisiche*, essendosi compensata la perdita del peso aumentandone la grossezza. Egli è chiaro che questo ago così traforato, benchè avesse la stessa massa, presentava assai meno estensione di superficie di quello rimasto solido. Avendo inoltre un ago da bussola di forza straordinaria composto di pezzi di fili di acciaio disposti in forma di rombo si procurò due aghi della forma indicata nella fig. 7, fatti con un pezzo di molla di oriuolo: in uno la traversa centrale era di ottone, nell' altro formata di un pezzo di molla da oriuolo: pesavano solamente 45 grani. Da queste diverse risultò che l' acciaio di molle da oriuolo è quello che riceve la maggior forza magnetica, e che la miglior forma pegli aghi da bussola è quella di un rombo traforato. Provò anche aghi di ferro fuso, ma li trovò molto inferiori e tali da dover essere rifiutati. In una stessa piastra di acciaio di 4 pollici quadrati soltanto di larghezza trovò variare considerabilmente la capacità di ricevere il magnetismo nelle varie parti, benchè non apparisse del resto alcuna differenza fra loro.

Per quanto riguarda alla influenza della tempera sugli aghi magnetici, si è già detto come, generalmente parlando, giovi pegli aghi corti portarla alla massima durezza; d' altra parte riferimmo gli esperimenti dal Coulomb dai quali invece risulta che la tempera molto dura è quella invece che dà minor magnetismo, e che questo va sempre aumentando in tutti i gradi di rinvenimento fino a quello di un rosso molto scuro. Kater esaminò pure gli effetti delle varie maniere di temperare ed indurire gli aghi, e trovò anche egli che con l' indurimento scemavasi sensibilmente la loro capacità pel magnetismo. Ottenne la maggior forza direttrice con un ago che era tenero nel mezzo, e temperato alle cime al calore rovente. Stimò dapprima che il mezzo migliore di accrescere la sua facoltà di ritenere il magnetismo fosse di stemperare tutto l' ago, indi temperarlo alle cime, invece che stemperarlo nel mezzo. Dopo altre esperienze tuttavia venne condotto ad attribuire la differenza di effetto che si aveva in quei due casi al diverso grado di calore cui si espone l' ago per istemperarlo nel mezzo; trovato avendo che la ripetuta esposizione al calore scemava notabilmente la suscettibilità dell' ago di trattenere il magnetismo comunicatogli, il quale effetto non sembra dovuto ad alcuna decarbonizzazione dell' acciaio. Kater osserva che que-

sta deteriorazione può derivare da una espansione permanente prodotta nella tessitura dell' acciaio per la ripetuta applicazione del calore: così, per esempio, la molla da oriuolo, che era il materiale adoperato in questo esperimento, essendo stata passata pel laminatoio che vi aveva prodotto grande compressione, è probabile che lo stato di condensazione indottovi da quell' effetto fosse molto favorevole alla permanenza del magnetismo, e che il calore lo facesse svanire. Il metodo che ci raccomanda da ultimo, siccome il più efficace per dare all' ago una grande suscettibilità di forza direttrice consiste nel temperarlo dappaima ad un calore rosso, e quindi farlo rinvenire nel mezzo, alla distanza di un pollice da ciascun capo, esponendolo ad un grado di calore sufficiente per produrvi quel colore azzurro che appare poscia svanisce.

Non trovò il Kater che avesse alcuna influenza sensibile sulla capacità dell'ago a ricevere la forza direttrice, lo stato di politura di esso. Come pure non gli risultò alcun vantaggio dall' accrescere la pressione con cui si applicano le calamite sulla superficie dell' ago nel magnetizzarlo, avendo veduto anzi in un caso venirne da questa modificazione una diminuzione di effetto.

In un ago da bussola è requisito di molta importanza che le polarità sieno ben concentrate quanto è possibile nei suoi due capi senza che l' azione di esse sia sconcertata menomamente da alcuna polarità conseguente nei punti intermedii. Si è riconosciuto in vero che la forza direttrice di un ago è indebolita dalla irregolarità della distribuzione in esso del magnetismo, tanto per la moltiplicità dei poli quanto per l' ineguaglianza di forza nei due poli principali. È per tale motivo che il metodo di magnetizzazione di Duhamel è preferibile a quello di Epino per calamitare gli aghi da bussola, siccome quello che meglio procura la uniformità di effetto in tutte le porzioni dell' ago; ma anche quando si impiega ogni cura possibile, non si può sempre essere certi di ottenere perfetta regolarità nella disposizione della forza magnetica in una spranga di acciaio, qualunque sia del resto la forma datale, e qualunque il metodo adoperato per la sua magnetizzazione. La conseguenza della inuguale distribuzione del magnetismo sui due lati dell' ago è evidentemente quella di produrre una deviazione dell' asse dalla vera linea del meridiano magnetico, e la punta dell' ago cadrà quindi fuori del punto della direzione reale di questo meridiano. Vi è una sola maniera di scoprire la esistenza e la grandezza della deviazione prodotta da questa causa, ed è quella di rovesciare l' ago volgendo al disopra quella superficie di esso che era prima al disotto, e quindi porlo in bilico così arrovesciato possibilmente nello stesso punto del suo asse nel quale era sostenuto dapprima. Se l' ago in questo nuovo stato di sospensione arrestasi in posizione alquanto diversa da quella che assumeva dapprima, si può concludere che l' asse indicato dalla sua figura non è il suo vero asse magnetico, e che inoltre questo ultimo, il quale tende a porsi nel meridiano magnetico trovasi in una situazione che esattamente divide le due posizioni assunte dall' ago nelle due maniere di sospensione.

Quando gli aghi da bussola sono composti di due pezzi separati di acciaio leggermente curvati ad angolo ottuso nel mezzo in guisa da lasciarvi uno spazio per collocarvi un ciotolino di ottone, sul quale si fa la sospensione nel centro, e i due pezzi sono uniti alle cime in guisa da comporre la forma di un trapezio, sono grandemente soggetti alla imperfezione sovraccennata, è duopo almeno che i capi dei pezzi separati che compongono l' ago,

sieno stati ridotti dalla tempera esattamente ad uguale durezza, poichè altrimenti il lato che è più duro riterrebbe più forza magnetica dell' altro, ed avrebbe in conseguenza una maggiore tendenza a collocarsi nel meridiano magnetico. L' ago inclinasi quindi da quel lato che ha questa tendenza, e la linea che ne unisce le cime, e che può riguardarsi come l' asse della sua figura devierà dal meridiano magnetico. Questo difetto ha pure una tendenza a crescere col tempo, perchè il magnetismo più forte di un lato tenderà prima ad affievolire, quindi a distruggere, e finalmente ad invertire le polarità delle parti adiacenti dell' altro lato.

Il modo di sospendere gli aghi calamitati è pure assai meritevole di attenzione. Ad oggetto di procurarsi una superficie concava, la quale possa restare sul pernio che la sostiene in tal guisa che il punto di sospensione cada esattamente sulla linea del centro di gravità, è necessario in generale negli aghi diritti praticarvi un foro nel centro, e fissarvi un pezzo di ottone incrudito, la parte inferiore del quale abbia una cavità conica, il cui fondo riesca alcun poco al disopra della superficie superiore dell' ago. Si è trovato inoltre non essere l' ottone capace di acquistare sufficiente durezza per resistere all' azione continuata della punta contro la quale soffrega ad ogni movimento dell' ago. Con l' andare del tempo ne segue che l' incavo diviene irregolare, producendo grande attrito a danno della mobilità. Suolsi rimediare a questo difetto inserendo nella parte superiore dell' ottone un pezzo di agata polita con un incavo conico.

Alcuni riguardarono la foratura dell'ago nel centro per l'oggetto di sospenderli come dannosa alla regolarità della forza magnetica, e tendente a produrre una aggiunta di poli secondarî; ma in fatto si è riconosciuto che la foratura di una spranga magnetica nel punto di neutralità non trae seco in pratica verun sensibile inconveniente. Se si è data all' ago la forma di un rombo traforato, come abbiamo veduto suggerirsi dal Kater, non può insorgere alcuna obbiezione, dappoichè la traversa la quale unisce insieme gli angoli ottusi del rombo non ha alcuna influenza sul magnetismo delle spranghe di acciaio che formano i lati del paralellogrammo. Si vede potersi facilmente porre in bilico una spranga diritta senza togliervi alcuna parte di sua sostanza aggiugnendole un orlo di rame o di altra sostanza non magnetica sensibilmente, in guisa da portare il centro di gravità della parte mobile dello strumento abbastanza al disotto del punto di sospensione. Ma per poco che si rifletta si vedrà aversi piuttosto perdita che guadagno da questo spediente, poichè ogni aggiunta di peso fatta alla parte che dee muoversi insieme con l' ago diminuisce la efficacia della forza magnetica che dà il moto, e l' attrito aumentandosi in ugual peoporzione contribuisce a scemare la libertà dei movimenti dell' ago e quindi la sua sensibilità.

La miglior precauzione da prendersi per assicurare l'agevolezza dei movimenti dell' ago calamitato in tutte le circostanze consiste nel bilicarlo esattamente sul suo centro prima di attaccarvi la carta su cui disegnasi la rosa dei venti. Può questa scegliersi di grossezza e tessitura uniforme in ogni sua parte, facendovi quindi un foro circolare nel centro, così che quando è unita all' ago si conservi perfettamente l' equilibrio del tutto. Per attaccarla all' ago si fanno su questo due piccoli fori a vite alla distanza di circa mezzo pollice da ciascun capo, quindi mettendo la carta in guisa che la linea segnatavi del meridiano cada nello stesso piano verticale dell' asse dell' ago, e facendovi fori

corrispondenti a quelli a madrevite di esso vi si fissa stabilmente con piccole viti. Per assicurare la stabilità dell' ago nel caso in cui lo strumento che lo porta vada soggetto a movimenti irregolari e violenti, come è delle bussole per la navigazione, la sospensione della scatola dee farsi con grande cura, gli assi sui quali è imperniata essendo adattati per modo che si trovino sulla stessa linea sulla quale è sostenuto l' ago con la sua carta.

Gli uomini di mare frequentemente si lagnano che quando il mare è agitato gli ordinari aghi da bussola sono così poco stabili che difficilmente si possono con esattezza osservare, il quale inconveniente eglino attribuiscono all'essere l' ago troppo fortemente magnetizzato, e quindi troppo facilmente sensibile alle irregolarità del moto della nave. Cercano rimediare questo supposto difetto accrescendo peso alla carta, e ciò fanno, malamente, caricandola di cera lacca. Alcune volte attaccano invece pezzi di carta alla parte inferiore della rosa, i quali facendo l'offizio di alie ed incontrando una resistenza nell' aria scemano le oscillazioni dell' ago. Venne proposto altresì per lo stesso scopo di fare che l'ago si movesse nell' olio od in altro liquido, rimanendo sospeso come al solito sopra un pernio, ed il liquido servendo a scemare le vibrazioni. Tutti questi espedienti però, imaginati all'oggetto di scemare mobilità all' ago, opponendosi alla sua forza direttrice, producono un difetto molto più grave di quello che può derivare dalla instabilità dell'ago : è in vero evidente che quella stessa causa per cui questo ago partecipa ai movimenti irregolari della nave lo obbliga in pari grado a deviare dalla posizione precisa del meridiano magnetico : mentre adunque la bussola apparentemente rimane immobile, il navigante proseguirà il suo corso senza sospettar del pericolo, fino a che il primo avvertimento del suo errore gli venga forse dall' inatteso apparirgli di una spiaggia che credeva ancora ad assai grande distanza. Il vero rimedio all' inconveniente delle vacillazioni dell' ago della bussola è quello che già abbiamo addittato, di porre, cioè, accuratamente le linee di sospensione della scatola nel piano stesso della cima dell' asse di rotazione dell' ago, alle cime di due diametri che si attraversino ad angoli retti in quello stesso punto. Può inoltre tornare utile eziandio di aumentare il peso della spranghetta calamitata, purchè in pari tempo si accresca la forza direttrice. Ciò può farsi adoperando per ago della bussola una spranghetta di maggiore grossezza, oppure combinando insieme varii aghi paralelli fra loro ; in tal guisa accrescendosi tanto la forza magnetica come il peso, la forza direttrice rimane la stessa, e la bussola costruita in tal guisa essendo più pesante sarà meno deviata dalla medesima forza di agitazione, e quando pure siasi deviata cercherà di riporsi nella direzione sua propria mercè la forza direttrice, con la stessa facilità come in uno strumento costruito nel solito modo.

Le indicazioni della bussola pei naviganti vanno soggette ad una causa di errore la quale fino a questi ultimi tempi non si era supposta capace d' influire sull' ago. Consiste questa nella attrazione che esercita sopra di essa la grande quantità di ferro contenuta in varie parti della nave. Benchè l' azione di ciascun pezzo di ferro, considerato separatamente, alla distanza cui è collocato, possa riguardarsi come insensibile, nullameno la azione riunita della intera quantità sparsa in ciascuna parte della nave, può giugnere ad una forza considerevole, e cagionare una visibilissima deviazione dell' ago dalla sua vera posizione nel meridiano magnetico. Questo effetto appare specialmente nelle navi da guerra che contengono molti cannoni,

palle di ferro per quelli, cause per l' acqua e varie parti della barca stessa che ora si fanno di ferro.

Se supponiamo ciascuna particella di ferro esercitare una certa forza attrattiva sopra i poli magnetici dell' ago calamitato, dietro una certa legge che determineremo più innanzi, si può facilmente comprendere come gli effetti combinati di tutte queste forze possono considerarsi equivalenti ad una sola forza risultante che agisca in una data direzione. Se si considera la quantità del ferro, siccome egualmente distribuita sopra ambi i lati della nave, e la bussola posta, siccome al solito, nella chiesuola alla parte posteriore della nave, la forza risultante che rappresenta l'azione combinata del ferro, sarà posta in un piano verticale che passerà attraverso l' ago e lungo l' asse della nave, e che oltre a ciò avrà una certa inclinazione all' orizzonte. Nelle regioni settentrionali della terra la influenza induttiva di questa sopra il ferro non magnetico consiste nel trasportarne la polarità sud alla parte superiore, e quella nord all' inferiore, come abbiamo veduto (pag. 183), in una direzione paralella a quella dell' ago inclinatorio. L' azione sull' ago di un pezzo di ferro posto così in uno stato di induzione sarà in conseguenza precisamente simile a quella di una calamita che avesse la posizione dell' ago inclinatorio, e fosse posta ad una grande distanza dalla bussola. Se trovasi posta relativamente alla bussola esattamente nel meridiano magnetico, cioè al nord magnetico od al sud della bussola, potrà non disturbarla sensibilmente dalla sua posizione. Ma ciò si verifica generalmente parlando, quando il corso della nave coincide col meridiano magnetico, e quando perciò l'asse della bussola è nella direzione dell'asse della nave. Ma se questa volge la prua verso il levante, e la forza risultante del ferro che è nella nave è diretta in una linea inferiore alla bussola, questa forza sarà rappresentata da una calamita posta nella medesima linea obbliqua, ed il polo sud di questa calamita essendo il più alto agirà con forza maggiore ed attrarrà il polo norte dell' ago della bussola facendolo deviare verso levante. La stessa calamita posta verso il ponente della bussola, il che corrisponderebbe al caso in cui la nave avesse la prua volta a ponente, darebbe una deviazione dell' ago della bussola verso ponente. Nell' emisfero meridionale, dove la influenza induttiva della terra ha una direzione opposta, risulteranno parimenti effetti opposti dall' azione del ferro della nave; pel che l' azione sarebbe rappresentata da una calamita i cui poli fossero in posizione opposta di quella che avevano nel primo caso.

La prima memoria che si abbia dell' essersi osservato l' effetto di questa attrazione locale delle navi incontrasi in uno scritto di Guglielmo Denys, idrografo a Dieppe, nel 1666, il quale aveva osservato che due bussole poste in punti diversi d' una nave non davano mai le medesime indicazioni. Wales, che accompagnava nei suoi viaggi il capitano Cook, erasi occupato delle grandi irregolarità che prova spesso l' ago calamitato per effetto delle influenze locali; ma non sembra che siasi sospettata la ragione di questi effetti. La vera cagione di questa anomalia venne per la prima volta stabilita in una relazione di Downie, nella quale avvi il passo seguente: « Sono convinto che la quantità e vicinanza del ferro in molte navi denno un effetto di attrazione sull' ago. Perciò trovasi con l' esperienza che l' ago non si porrà sempre nella stessa direzione, quando è posto in varie parti della nave. Parimenti di raro si trova che in due navi le quali camminano nella stessa direzione, gli aghi delle bussole si conservino esattamente paralelli l'uno all'altro invece

queste medesime bussole, quando si confrontino sulla medesima nave, si accordano esattamente ». Osservazioni sullo stesso oggetto fece in appresso il capitano Flinders, mentre stava esaminando le coste meridionali della nuova Olanda sul vascello l' Investigatore nel 1801 e 1802, notando differenze sensibili nella direzione dell' ago magnetico, senza altra causa apparente che la diversa direzione della prua della nave. Questa circostanza gli cagionò grande perplessità nello estendere i suoi rilievi, trovando assai difficile di stabilire le convenienti riduzioni da farsi nel calcolare la posizione dell' ago per questa cagione di irregolarità. Con lo scopo di allontanare la causa di alterazione prodotta dalla disposizione del ferro e di rimediare a questa sorgente di errori, il capitano Flinders fece dapprima rimuovere due cannoni che erano posti vicino alla bussola nella stiva, e quindi esattamente fissare la bussola sulla mezzania della nave sopra la chiesola, ma nessuna di queste due disposizioni produsse alcun effetto materiale per evitare le deviazioni dell' ago. Quando la prua era volta al levante, la deviazione avveniva verso il ponente, ed accadeva l'opposto quando la prua era volta al ponente. Quando invece la prua dirigevasi verso al settentrione od al mezzogiorno, non vi erano deviazioni percettibili. Queste differenze derivate da un cangiamento nella direzione della nave, erano meno considerabili a misura che si andava avanzando verso le minori latitudini, ed avvicinando alla linea in cui la variazione era nulla, sopra le coste della Nuova Olanda, le deviazioni erano minori di tutte le altre osservatesi prima o dopo. Ragionando sulla cagione di queste deviazioni egli suppose che la forza attrattiva dei vari corpi della nave che erano capaci di agire sull' ago si fosse raccolta in una specie di punto focale, o centro di gravità, e che questo punto fosse presso che nel centro della nave dove erano deposte le palle, cioè una grande quantità di ferro unito insieme; suppose dapprima che questo punto fosse animato della stessa specie di attrazione del polo dell' emisfero in cui si trovava la nave; e per conseguenza, nella nuova Olanda il capo sud dell'ago fosse attratto da essa, e quello norte respinto. Dietro questa ipotesi spiegò i fenomeni da lui osservati, e ne dedusse per necessaria conseguenza che le deviazioni dell' ago prodotte dall' attrazione del ferro della nave, quando questa era dalla parte settentrionale dell' equatore magnetico doveva essere direttamente opposta a quella che egli aveva osservata nell' emisfero meridionale; cosicchè il capo norte dell' ago sarebbe attratto, e quello sud rispinto. Questa teoria veniva poi confermata da altre osservazioni fatte sulla stessa nave nel canale della Manica.

Le osservazioni del capitano Flinders eccitarono grande attenzione al tempo in cui furono pubblicate, ed in conseguenza di esse fecesi una serie di esperimenti per ordine dell' ammiragliato inglese, in varie navi sul Nore. Trovossi che in alcune navi la posizione della bussola variava notabilmente quando se la portava da una parte di esse in un' altra. Abbenchè questi esperimenti stabilissero compiutamente il fatto generale, non diedero origine ad alcuna investigazione, in fino a che la cosa venne posta in maggior luce da Bain, il quale in un Trattato usuale da lui pubblicato sulle variazioni della bussola pose in evidenza le fatali conseguenze che poteva cagionare questa sorgente di errore. La pubblica attenzione era altresì richiamata particolarmente in allora a questo soggetto, in conseguenza delle spedizioni propostesi verso il polo Artico, dalle quali aspettavasi che dovesse risultare qualche importante schiarimento per riguardo al magnetismo terrestre. L' attra-

zione locale dei vascelli inviati per questa spedizione formò quindi un oggetto di indagini particolari, ed i risultamenti delle molte esperienze fatte a tale proposito trovansi descritte dai capitani Ross e Parry nelle relazioni dei loro viaggi, ed anche in una Memoria del capitano Sabine inserita nelle Transazioni filosofiche. Si riconobbe dall' ultimo di questi osservatori che nelle due navi la Isabella e l'Alessandro, le bussole davano indicazioni diverse una dall' altra nel mostrare il corso seguito da esse, la differenza essendo sovente di 11 gradi ed 1/4. Nessuna differenza potè invece trovarsi nell' accordo di bussole poste in varie parti della stessa nave oppure nella stessa bussola con sè stessa rimovendola alquanto. Parimente in vicinanza delle chiesole, le variazioni osservate alla mezzania della nave erano di 8° a 10° più grandi del risultamento degli azzimuti presi con un ago posto nei primi due o tre piedi sul lato a sinistra della nave, ed una uguale differenza in direzione opposta ebbe luogo portando l' ago sul lato destro, il che induceva gravi difficoltà nel computare il vero cammino seguito dalla nave.

In qualsiasi luogo, ma specialmente nelle alte latitudini magnetiche, riconobbesi utile con l' esperienza di adottare un espediente suggerito la prima volta dal capitano Flinders, vale a dire di scegliere un qualche punto particolare della nave, come posizione permanente di una bussola, di confronto, da lasciarsi ivi di continuo ad oggetto di osservare con essa gli azzimuti, per dirigersi verso la spiaggia o per regolare il corso della nave; cosicchè se in qualche caso particolare occorresse usare una bussola in qualche altra parte della nave si possa farne un confronto con la bussola fissa, notando la differenza, se ve ne ha nelle loro indicazioni, potendosi ottenere un certo grado di uniformità negli effetti della attrazione locale sopra una bussola così confinata in un dato punto, ed abilitando il navigatore a farsi una giusta idea della entità delle variazioni da attribuirsi a ciascun cangiamento nella direzione della prua della nave.

Tale espediente venne adottato da Parry sul vascello l'Ecla, ponendo la bussola modello sopra un sostegno di ottone saldato a forte, alto tre piedi, posto nel mezzo di una apertura della batteria, fissando i piedi della base con chiodi sopra un sostegno alto circa sei piedi al disopra del ponte, la quale altezza si riguardò come favorevole, e per potere dirigere facilmente la bussola su tutti i punti che si avevano in vista, e per scemare l' effetto delle perturbazioni prodotte dai pezzi di ferro che si mutavano di luogo sulla nave. Trovandosi questi pezzi al disotto della sospensione orizzontale dell' ago, la loro influenza era molto diminuita.

Cominciossi dapprima per ovviare l' inconveniente notatosi dal sostituire il rame al ferro in una ben grande estensione intorno al luogo ove si doveva collocare la bussola, ponendo anche cannoni di rame invece di quelli di ferro sulla parte posteriore del naviglio. Tutte queste cure però non giovarono che imperfettamente allo scopo. Anche il capitano Duperrey cercò di evitare l' azione del ferro, sopprimendo i cannoni a poppa, ed avendo cura di usare chiodi e caviglie di rame per fissare gli oggetti vicini alla bussola, diminuendo con ciò i suaccennati inconvenienti, senza giugnere peraltro a distruggerli interamente.

Più estesa investigazione di tale soggetto fece il Barlow, con lo scopo di scoprire un qualche principio di computo od altro metodo con cui correggere questa sorgente di errore in tutte le parti del globo. Pubblicò i risultamenti delle esperienze fatte da lui a tal fine nel 1820, e nel 1824 comparve una seconda edizione molto

più estesa della medesima opera, nella quale sviluppava i principii matematici che regolano l' azione del ferro non magnetico sopra l' ago calamitato. La sua posizione di professore alla reale Accademia militare di Woolwich gli diede i mezzi di fare i suoi esperimenti sopra una scala molto estesa ; potè con facilità procurarsi grandi masse di ferro, come palle e mortai di ogni specie, e dotati di quella regolarità di figura che è più favorevole per l' applicazione delle formule matematiche. Queste ricerche sono importanti, non solamente per la loro applicazione al soggetto dell'attrazione locale delle navi, ma altresì pei lumi portati sulla teoria generale del magnetismo. Faremo però brevemente conoscere i principali risultamenti con esse ottenuti.

Accertossi il Barlow che una palla di ferro non produce differenza sull' ago calamitato quando questo è posto in qualche parte del piano che passa pel centro della palla e ad angolo retto con la direzione dell' ago inclinatorio nel luogo dove si fanno gli esperimenti. L' angolo d' inclinazione di questo piano all' orizzonte è quindi il complemento dell' angolo di inclinazione. Siccome in Londra questo ultimo è di 70°, l' angolo è per conseguenza di 20. La sezione di questo *piano di neutralità*, come puossi chiamarlo, prodotto da un piano orizzontale che passi pel centro di una palla, darà una linea diretta dall' est all' ovest magnetici. Se si suppone estendersi intorno alla palla una sfera vuota e concentrica ad essa, il piano dianzi definito per la sua intersezione con la sfera, forma un grande circolo che può riguardarsi come l' equatore magnetico di quella sfera, relativamente all' azione magnetica della palla.

Un altro piano di neutralità risulta da un piano verticale che passi ancor esso attraverso il centro comune della palla e della sfera ed inchiuda la direzione magnetica, cioè la linea d' inclinazione ; questo piano è quello evidentemente del meridiano magnetico, ed anch' esso interseca un grande circolo sulla sfera immaginaria suppostasi.

Abbiamo chiamati questi due piani i *piani di neutralità* anzichè adottare il nome di *piani di non attrazione*, col quale vennero indicati dal Barlow, a motivo della osservazione fatta da Poisson, che non tutta la forza attrattiva esercitata dalla palla di ferro svanisce in quei piani, ma soltanto quella parte di questa forza che fa deviare l' ago dalla sua natural posizione, che è del resto la sola forza della quale abbiamo ora a studiare gli effetti. Rigorosamente parlando tuttavia vi rimane un' altra forza che agisce in direzione paralella all' ago inclinatorio, ma di natura opposta all' azione della terra, e che tende nondimeno a ritardare le oscillazioni dell' ago. Non vi è in fatto alcun piano, nel quale svanisca compiutamente l' attrazione di una sfera o di qualsiasi corpo magnetizzato per l' influenza della terra.

Nella stessa maniera si possono concepire sulla sfera altri grandi circoli meridiani che taglino l' equatore ad angoli retti, e si incontrino ai due poli di questo equatore ; la situazione di un qualunque punto della superficie di questa sfera può essere indicata dalla sua distanza dall'equatore misurata sul circolo meridiano che passa per quel punto, il che può dirsi la sua *latitudine magnetica*. Parimenti con le distanze da uno di questi meridiani, stabilito come il principale, misurata sopra un piccolo circolo paralello all' equatore, e che passi pel punto di cui si tratta, si ha quella che può chiamarsi la *longitudine magnetica*. Barlow assume siccome primo meridiano quel circolo che passa pel polo dei punti di est ed ovest magnetici del piano orizzontale, invece del piano verticale meridionale. Non può negarsi che la

moltiplicazione di questi piani si sarebbe assai meglio evitata prendendo come primo meridiano questo ultimo cui è duopo sovente di necessità riferirsi.

Stabilite queste definizioni si può esprimere con grande facilità la legge di azione deducibile dalle ricerche esperimentali del Barlow. In un ago da bussola, il cui movimento è limitato ad un piano orizzontale, la deviazione angolare dal vero meridiano magnetico ad un punto sulla superficie della sfera è tale che la tangente dell' angolo di deviazione è direttamente proporzionale al rettangolo del seno e cosseno della latitudine di questo punto, moltiplicata pel cosseno della sua longitudine. Essendo utilissimo di esprimere siffatte proposizioni col linguaggio conciso e perspicuo dell' algebra, presenteremo in tal guisa la precedente proposizione. Chiamando col segno Δ l' angolo di deviazione, con quello λ la latitudine, e con l la longitudine, la formula diviene la seguente:

$$\text{Tang. } \Delta = \text{sen. } \lambda \text{ coss. } \lambda \text{ sen. } l.$$

Ma siccome il prodotto del seno e cosseno di un angolo è equivalente al seno di due volte questo angolo, così la formula è suscettibile di semplificazione, e diviene

$$\text{tang. } \Delta = \text{sen. } 2\lambda \text{ coss. } l.$$

I risultamenti di una serie di molte esperienze fatte da Barlow, il centro della bussola essendo posto in ogni varietà di posizioni relativamente ad una palla di ferro, tanto avvicinatavi quanto occorre pel computo della sovraccennata formula, non lasciano alcun dubbio sull' accuratezza della legge donde si è quella dedotta. Vennero anche verificati da Christie operando con metodo alquanto diverso che descrisse nelle Transazioni della Società di Cambridge.

Il seguente oggetto delle investigazioni del Barlow era la legge dell' attrazione relativamente alla distanza, ed i risultamenti cui giunse furono che quando la posizione, relativamente alla latitudine e longitudine, rimane la stessa, le tangenti degli angoli di deviazione sono proporzionali ai cubi. Essendosi stabilito che la forza magnetica varia inversamente ai quadrati della distanza, ne segue il quadrato della tangente di deviazione essere direttamente proporzionale alla terza potenza di questa forza. Per ridurre ad un'equazione questa proporzionalità è necessario introdurre un coefficiente costante nel numero che esprime la distanza. Valutando questa in pollici, Barlow trovò il coefficiente essere 0,00080382. Se lo si chiama A ed indicasi con d la distanza, la formula che comprende in una sola equazione tutte le equazioni variabili, diviene:

$$\text{Tang. } \Delta = \frac{r^3 \text{ sen. } 2\lambda \text{ coss. } l.}{A\, d^3}$$

Si possono applicare in un' altra maniera queste regole e formule, poichè invece di concepire la sfera imaginaria che circondi la palla di ferro, può imaginarsi una sfera simile concentrica al punto di sospensione dell' ago. Si vedrà facilmente che il centro della palla avrebbe la stessa posizione nella prima sfera che il perno della bussola relativamente a questa ultima, cosicchè le applicazioni potranno farsi indifferentemente a ciascuno dei due casi, e quando la massa del ferro è irregolare, come per lo più suole avvenire, gioverà appunto riferire il centro comune di attrazione del ferro ad una sfera imaginaria che circoscriva una bussola.

Si può nullameno osservare esservi un limite in ogni strumento, oltre al quale le leggi sopraddette più non esistono. Questo limite deriva dalla influenza che la forza induttiva dell' ago può esercitare sopra il

ferro presentatovi. Abbiamo veduto essere una conseguenza di questa induzione la attrazione del polo adiacente della calamita, qualunque sia il polo che induce nel ferro. Ne segue pertanto che quando la bussola è posta così vicina al ferro da agire sopra di esso per induzione, le leggi dianzi determinate non sono più applicabili, venendo l' effetto di esse superato da quest' ultima causa. In tutti gli esperimenti fatti da Barlow, ebbesi cura che le distanze fossero tali da evitare interamente questa causa di errore.

Avendo stabilito le leggi di azione sulla bussola in quanto riguarda masse di ferro di forma geometrica regolare, rimaneva a determinarsi se si avessero le stesse leggi con figure irregolari. Evidentemente si vede non poter essere altrimenti, se è vero, come generalmente ritiensi, che i poli di un pezzo di ferro sotto l' influenza della induzione terrestre risiedano esclusivamente alle estremità opposte della massa; dappoichè se si ammette che la intera azione riferiscasi ad un centro di attrazione comune, a quella stessa maniera come gli effetti combinati della gravità di tutte le particelle di un corpo di figura irregolare possono considerarsi come diretti sopra un solo punto, conosciuto col nome di *centro di gravità*, è ragionevole supporre che le stesse leggi sieno comuni in entrambi i casi. Esperimenti fatti con questa vista sopra un cannone da 24 mostrarono la esistenza di un piano di neutralità nelle masse di ferro della figura più irregolare, e stabilirono compiutamente la identicità della operazione delle forze attrattiva e ripulsiva in tutti i casi, sia che il ferro si presentasse in masse isolate o disperso in molte situazioni diverse nella nave.

La grandezza della deviazione prodotta nella bussola da questa attrazione locale varia adunque secondo la direzione del cammino, ed è diversa in ciascuna nave. Con una corsa diretta al levante ed al ponente, osservossi nella latitudine dell' Inghilterra variare da 5 a 12 o 14 gradi. È molto maggiore quando la nave è in latitudine più alta, e scema, senza per altro svanire, all' equatore, aumentandosi quindi a misura che si va verso il polo sud. Paragonando gli effetti ottenuti da Parry per l' attrazione locale a Northfleet ed alla baia di Baffin, trovossi che variarono da + 16 a — 14°, benchè si fossero prese grandi cautele per attenuarne l' influenza: vedesi quindi che il navigante trovavasi esposto ad errori di 30° sulle direzioni delle strade che aveva a percorrere. Barlow, in uno scritto pubblicato nelle Transazioni filosofiche del 1831, dà la tavola seguente della deviazione osservatasi in varie navi, dalla quale si può farsi una idea generale della estensione dell' errore che ne può derivare, e quindi della sua vera entità.

Nave	*Luogo della osservazione*	*Attrazione locale*
Conway	Portsmouth	4°,32′
Leven	Northfleet	6 ,7
Barracouta	ivi	14 ,30
Hecla	ivi	7 ,27
Fury	ivi	6 ,22
Griper	Nore	13 ,36
Adventure	Plimouth	7 ,48
Gloucester	La Manica	9 ,30.

La media risulta in quelle latitudini di 8° 44′ ai punti est ed ovest.

L' ultima di queste navi, cioè il Gloucester, in conseguenza di questa deviazione era sempre invariabilmente trascinata verso il mezzogiorno al di là del luogo suaccennato, malgrado che si fosse avuta la maggior cura per dirigerla a dovere. Non è tuttavia comprovato che questo errore derivasse interamente dall' effetto dell' attrazione locale, avendosi anche probabilmente ad ascrivere alla influenza di una sconosciuta corrente. La deviazione reale, valutata in distanza, che questa influenza può cagionare al vascello in un corso di dieci miglia, sarebbe di un miglio e mezzo verso il mezzogiorno al di là del punto cui si vuol giugnere, e così in proporzione col crescere della distanza. Un errore nel calcolo di questa grandezza che avvenga in un angusto canale, ed in una notte oscura in cui non si possano vedere le sponde, o si trascuri di guardarle, può trar seco le conseguenze più disastrose. Il naufragio della nave britannica la Teti, avvenuto sulle spiagge del Brasile, può, secondo ogni probabilità, attribuirsi ad un abbaglio di tal genere.

Si vede che quando il carico della nave consiste principalmente in oggetti di ferro, l' errore nel calcolo del viaggio può ancora essere maggiore di quello che si è fin qui stabilito. In queste circostanze possono in poche ore aversi le più fatali conseguenze in luoghi angusti od esposti a qualche pericolo, massime quando la notte essendo oscura e burrascosa, abbiasi a sola guida una bussola soggetta ad un errore di 14 gradi in direzione opposta a levante od a ponente dal vero senso nel quale si vorrebbe far camminare la nave. Forse devono attribuirsi a questa causa alcuni di quei misteriosi naufragi che ebbero luogo nella Manica. Barlow cita l' esempio di un vascello, il quale oltre alla solita provvigione di cannoni, aveva un carico di più che 400 tonnellate di ferro ed acciaio. La influenza di una così enorme massa magnetica, può sola spiegare la circostanza, altrimenti incomprensibile, che dopo lasciato Bencheyhead, sulla sera, in capo a 6 o 7 ore, la nave naufragò sopra la stessa spiaggia che aveva passata ad una o due ore del mattino, senza il menomo dubbio di essere vicina al lido.

La pratica applicazione dei principii suesposti alla correzione delle deviazioni della bussola in una nave era quindi della più alta importanza, come abbiamo veduto, per la navigazione. Barlow fece perciò ogni studio per iscoprire un modo di giugnere ad uno scopo tanto desiderabile. La prima sua idea era quella che siccome i cannoni e l' altro ferro della nave producono esattamente la stessa deviazione dell' ago che darebbe una massa di ferro più piccola posta in situazione simile, ma tanto più vicina quanto più piccola ne fosse la massa, sarebbe possibile collocare un oggetto di ferro relativamente all' ago, in guisa da bilanciare esattamente la azione dei cannoni e simili, lasciando per conseguenza l' ago così libero ne' suoi movimenti, come se quella azione non esistesse; ma ben tosto conobbe che per tale effetto la posizione della palla di ferro compensatrice dovrebbe mutarsi di luogo per ciascuna differente posizione della nave, locchè sarebbe impraticabile. Ricorse quindi all' espediente che segue, il quale trovò corrispondere perfettamente in tutte le circostanze di posizione della nave. A quel modo che si può collocare una palla di ferro nella stessa linea della direzione relativamente alla bussola, in cui si esercita l' azione combinata del ferro della nave, e porre questa palla a quella esatta distanza a cui la sua azione uguaglia quella del ferro della nave, è chiaro che una palla

così collocata, anzichè distruggere la deviazione della bussola, ne addoppierà la grandezza, e che ciò succederà in tutte le circostanze ed in qualsiasi parte del mondo. Invece pertanto di fissare la palla nel luogo in tal guisa determinato, se la mette da parte; quindi ogni qualvolta si desidera accertarsi dell' effetto dell' attrazione magnetica della nave, mettesi la palla nella situazione dianzi determinata, e si osserva di quanti gradi faccia deviar l' ago della bussola dalla direzione che aveva prima dell' applicazione della palla. Tale sarà la grandezza della deviazione prodotta a quel momento dal ferro della nave, e dietro quel dato riuscirà facile applicare la correzione opportuna nel computo del corso di essa. Rigorosamente parlando la palla non raddoppia l' angolo di deviazione, ma la tangente di quest' angolo; siccome però nei piccoli angoli le tangenti sono molto prossimamente nella proporzione dei loro archi, così nella maggior parte dei casi si può prendere senza errore sensibile l' una per l' altro.

Siccome l' effetto da ottenersi dipende dalla superficie e non dalla massa del ferro che agisce, così il Barlow trovò più comodo valersi di piastre di ferro invece che di palle. Raccomanda a tal fine l' uso di una piastra doppia, formata di due lamine sottili di ferro invitate insieme per guisa da combinare ogni irregolarità di grossezza di una piastra con la parte corrispondente più sottile di un' altra, essendo questo il mezzo di ottenere un'azione uniforme. Sono queste piastre di forma circolare, del diametro di 12 a 13 pollici, con un foro nel centro, attraverso il quale passa un disco di ottone con una vite esterna. Una cerniera di ottone, del diametro di circa un pollice e mezzo, invitata all'esterno sulla cima di ciascun capo del disco centrale di ottone serve a comprimere l'una contro l'altra le piastre con un pezzo circolare di legno interposto ad oggetto di accrescere la grossezza delle piastre senza aumentarne il peso gran fatto. Sembra che la piastra composta riesca più attiva quando le due onde è formata sono così separate le une dalle altre. Barlow non crede tuttavia che sia necessaria la doppia piastra quando facciasi uso di lamiera di ferro che pesi sei libbre al piede quadrato inglese; ma l' esperienza gli provò che la doppia piastra era necessaria con lastre di ferro del peso di tre libbre al piede quadrato. La posizione più conveniente della piastra relativamente alla bussola trovasi con prove fatte stando sulla spiaggia, e paragonando gli effetti ivi ottenuti in varie situazioni relative, con la deviazione osservata a bordo della nave.

Ecco in qual guisa Barlow descrive il metodo da lui adoperato per determinare l' attrazione locale dei vascelli. « Il Leven era ancorato a Northfleet nell'aprile 1820, quando mi vi recai per fare una serie di esperienze innanzi che fossero posti a bordo i cannoni. Trovai dapprima esservi grandi difficoltà a fissare il vascello in quel logo in diverse posizioni; si operò come segue. Presa sulla spiaggia una eccellente bussola ed un buon teodolite, presi la posizione azzimuttale di un oggetto lontano, e la trovai di 35°, 50′ nord-est quindi si puntò il teodolite nella stessa direzione, nel qual modo il suo zero venne portato al vero norte magnetico in guisa che si poteva determinare la posizione di un oggetto senza bisogno di attenersi all' indicazione dell' ago. Si comprenderà facilmente che il teodolite venne fissato sul luogo dove era prima stata posta la bussola azzimuttale. Portai a bordo questo ultimo strumento a fine di fare alcune esperienze, mentre che il luogotenente Madge rimaneva sulla spiaggia per rilevare la direzione del piedestallo o stile che miravasi sul bordo col teodolite

il capitano avendo fatto innalzare un piedestallo esattamente dinanzi all' albero maestro come luogo stabilito per prendere gli azzimutti durante il viaggio.

» Cominciando in allora il vascello a cedere alla marea, si avvertì : *guardate*, al qual segnale il luogotenente Vidal stando alla bussola azzimuttale sulla nave, guardava in faccia di sè il luogotenente Madge che era sulla spiaggia, mentre questo ultimo guardava anch' esso il luogotenente Vidal nel campo del suo cannocchiale. Dopo questa osservazione gridossi : *fermate*, e tosto ciascuno registrò la posizione dell'altro. Queste posizioni, indipendenti dall'azione attrattiva del vascello, erano state diametralmente opposte, ed in conseguenza la diversità fra le due osservazioni indicava l' errore dovuto alla attrazione dei ferri della nave.

» Registratasi così la prima osservazione, si gridò di bel nuovo *guardate*, quindi *fermate*, ripetendo questi segnali quanto più spesso potevasi, mentre il vascello girava lentamente, un altro luogotenente prendendo nota ogni volta della posizione della prua del vascello, mediante la bussola azzimattale posta sull'argano della nave.

» I vantaggi di questo metodo sono che entrambe le posizioni, vale a dire quella del vascello e quella sulla spiaggia, dipendono dalla stessa bussola, e che si evitano in conseguenza gli errori provenienti dall'uso di varii aghi, in pari tempo che quello della paralasse di un oggetto lontano quando il vascello prende il suo corso, fonte di errori che dee essersi riprodotta nelle prime osservazioni di questo genere.

» La sola cosa necessaria in tal caso è di avere una bussola azzimuttale molto mobile, quelle onde si servono comunemente i vascelli, essendo difettose in maniera che è impossibile, quando il vascello è in quete, di fissarne la posizione a 2° o 3° verso il vero norte magnetico. »

Per determinare poi la posizione più conveniente ove abbiasi a collocare la piastra nel vascello cominciasi dal porre sulla spiaggia una cassetta od un pezzo di legno privo di ferro, il quale si fora con varii buchi distanti 8, 9, 10 ecc. pollici dalla parte superiore, nei quali può mettersi secondo i casi un' asta orizzontale di rame o di ottone, destinata a sorreggere la piastra compensatrice. Introducesi questa asta in uno dei fori e collocasi la bussola in maniera stabile sulla parte superiore della cassetta o dell' asta di legno, girando poi la piasta correttrice col mezzo dell' asta successivamente verso varii punti dell'orizzonte. Quindi si opera con la piastra o senza, per determinare la sua forza di attrazione. Se i risultamenti ottenuti in tal guisa si accordano con quelli osservati sulla nave, allora si ha la posizione dovuta della piastra; altrimenti si cangia l' altezza della bussola, e la distanza della piastra, bastando ripetere alcune poche volte gli esperimenti per ottenere dalla piastra la stessa attrazione che quella osservatasi sul vascello. Misurasi quindi accuratamente la distanza dalla piastra alla verticale che passa pel pernio dell' ago, e la distanza verticale al disotto dell' orlo graduato; poscia si fa un foro e s' introduce un'asta in una delle parti del sostegno adoperato per la bussola azzimuttale a bordo. Da questa disposizione risulta che quando la piastra è collocata a quel modo trovasi nella stessa relazione con la bussola come nell' apparato usatosi a terra.

E da notarsi che, a motivo degli errori inevitabili nelle osservazioni, è quasi impossibile disporre la piastra in tal guisa da avere la stessa attrazione che il vascello in ciascun punto : conviene allora prendere una media fra le deviazioni al sud-est, sud-ovest, nort-est, nort-ovest, sud, e se le medie dei risultamenti ottenuti in questi varii punti sulla nave, e con la piastra

sulla spiaggia si accordano insieme, gli altri errori saranno debolissimi.

Per usare l' apparato del Barlow si fanno prima le osservazioni con la bussola nel modo solito, quindi ripetonsi immediatamente ponendo la piastra a suo luogo, e la differenza fra le due posizioni indica l' attrazione locale. Così se, per esempio, nella prima operazione siasi trovato per la posizione 67°, 00, e nella seconda con la piastra 70°, 30, sottraendo la prima dalla seconda si avrà 3°, 30, per l' attrazione locale, e l' azzimutto corretto sarà per conseguenza 63°, 30°.

Quantunque il metodo proposto da Barlow sia oltremodo ingegnoso, e possa senza dubbio fino ad un certo punto giovare nella pratica, tuttavia esistono alcune cause che ostano alla regolarità di esso. I cangiamenti di temperatura influiscono probabilmente in varii modi sull' ago della bussola, sulle piastre di compensazione e sulle grandi masse di ferro contenute nella nave; inoltre alcuni di questi ultimi oggetti sono più o meno suscettibili di acquistare il magnetismo secondo le differenti circostanze in cui sono collocati. Nel corso di un lungo viaggio, esteso a latitudini molto diverse, queste cause vanno soggette a considerabili variazioni, e possono introdurre una certa incertezza nella entità dei cangiamenti prodotti. Ciò nullameno il metodo di Barlow darà sempre una approssimazione molto utile per determinare la influenza che esercita la nave sull' ago della bussola.

La importanza di valutare al giusto la forza deviatrice prodotta da questa causa, crebbe in questi ultimi anni per la assai maggior proporzione di ferro che si adopera nella costruzione delle navi da guerra, e dei meccanismi per muoverle e governarle. Si fanno in vero ora di ferro, oltre ai cannoni, alle palle di essi ed alle casse dell' acqua, i bracciuoli della nave, gli argani ed i cavi, sicchè l' insieme di questi oggetti forma una massa magnetica grande e possente.

Non solamente la attrazione magnetica eccitata dal ferro che vi ha sulle navi, disvia gli aghi delle bussole, ma influisce altresì sull'andamento dei cronometri. Frequentemente i navigatori intelligenti ebbero occasione di notare sul mare la improvvisa alterazione nel moto dei cronometri; ma erasi attribuita generalmente alla agitazione delle navi: la vera causa fu per la prima volta indicata da Giorgio Fisher mentre accompagnava il capitano Buchan nel suo viaggio verso il polo artico, nell'anno 1818, e rese conto delle sue osservazioni in tale proposito alla Società reale di Londra. Trovò che i cronometri sulle navi avevano un andamento diverso da quello che avevano sulla spiaggia, anche quando queste navi erano ferme vicine ad essa, quantunque la loro agitazione non potesse in tal caso contribuire a questa variazione. Sembra che di simili effetti non si potesse accagionare se non se l' azione magnetica prodotta dal ferro della nave sopra la ciambella del tempo del cronometro che è fatta di acciaio. Scorgevasi una simile influenza ponendo una calamita in vicinanza ai cronometri. Questa conclusione venne confermata dagli esperimenti fatti intorno a ciò da Barlow, il quale accertossi che masse di ferro, prive di qualsiasi magnetismo permanente cagionavano tuttavia un' alterazione nel movimento del cronometro quando erano poste in vicinanza di esso. Le alterazioni prodotte variarono secondo le posizioni di ciascun cronometro relativamente all'equatore magnetico delle masse di ferro all' influenza delle quali erano soggette, ed era sempre uniforme nella medesima posizione. Pei cronometri posti sulle due navi ove fece la prima sua osservazione il Fisher, vi era sempre un acceleramento di moto. Barlow

stabilisce tuttavia che ciò dipendeva soltanto dalle condizioni di quelle circostanze, poichè in altri casi invece il moto veniva ritardato. Suggerisce di porre gran cura nel collocare i cronometri, di tenerli lontani da ogni massa o superficie considerevole di ferro. Non si dee mai, per esempio, collocarli negli stanzini degli offiziali, che sono sui lati della nave al disotto dei cannoni, e probabilmente vicini altresì ai bracciuoli di ferro della nave. Barlow propone di correggere questo errore con un metodo simile a quello seguito per la bussola, indagando prima quale sia l' effetto del ferro della nave sopra l'andamento del cronometro. Si può quindi collocare questo sopra un dato piedestallo sul lato del quale v' abbia un' asta di ottone per avvicinarvi più o meno una piastra doppia di ferro compensatrice, simile a quella adoperata per rappresentare l' azione del ferro della nave sull' ago. Avendo quindi conosciuto nel solito modo quale sia il movimento ordinario del cronometro, si esamina poscia quale è il suo moto dopo averlo posto sul piedestallo anzidetto. La piastra dovrà porsi, generalmente parlando, alla distanza di circa un piede dalla linea verticale che passa pel centro della mostra. Il movimento così ottenuto sarà molto prossimo a quello che avrà lo strumento sulla nave, purchè abbiasi cura di non esporlo all' azione immediata di alcuna massa parziale di ferro, e di collocarlo nella stessa direzione relativamente alla prua della nave, che ha per riguardo alla piastra di ferro con l' aiuto della quale erasi determinata quella velocità.

Per determinare la posizione più favorevole al cronometro, Barlow consiglia di stabilire una bussola nel luogo che intendesi destinare a tal fine, ed osservare e paragonare l' azione dell' ago di essa con quella della bussola sul ponte durante che il naviglio volgesi a varii punti; quando

la differenza presentata da questa bussola è troppo grande fa duopo scegliere un altro collocamento.

Ad oggetto di sciogliere quanto più compiutamente è possibile la quistione Barlow fece anche sperimenti sulle parti staccate dei cronometri insieme a Frodsham. Venne delicatamente sospesa pel suo pernio la ciambella del tempo di un cronometro, presentandovi un pezzo di ferro di qualche grandezza. L'azione esercitata da questa massa sul tempo manifestossi immediatamente, e sembrava derivare dal magnetismo della ciambella anzidetta o della molla che vi si trovava riunita, imperocchè se il movimento dato ad esse arrestavasi ad un certo punto, notavasi una leggera ripulsione, mentre invece vi aveva un movimento di attrazione, se trovavasi più vicino al ferro il lato opposto della ciambella del tempo. Frodsham sembrò convinto una tale azione essere sufficiente a cangiare il movimento del cronometro cui apparteneva la ciambella del tempo sulla quale facevansi gli esperimenti.

Si è detto che i risultamenti prodotti erano tali da poter essere attribuiti tanto al magnetismo della ciambella del tempo quanto a quello della molla. Vedremo ora come si possa distinguere il magnetismo di queste da quello del corpo attraente, riferendo intorno a ciò le osservazioni del Barlow.

« Se la ciambella del tempo ha una proprietà polare, ed il ferro ne sia esente, ad eccezione di quella dovuta alla sua posizione, allora se la ciambella è collocata sotto al piano di non attrazione, il suo polo sud sarà attirato, e quello norte rispinto. All'opposto se la ciambella è posta al disopra, vi sarà l' effetto inverso. Accaderà lo stesso qualunque sieno le parti del ferro volte all' ingiù. Da ciò si può inferire che quando ha luogo un' azione come quella che si è descritta la ciambella

del tempo è magnetica, mentre invece il ferro o la massa attraente non ha altra proprietà polare ad eccezione di quella che risulta dalla sua posizione. Se tanto il ferro che la ciambella del tempo fossero entrambi magnetici, si avrebbe in allora attrazione e ripulsione, come si disse, senza che vi avesse relazione di sorta col piano di non attrazione. Mutando la posizione del ferro i suoi effetti sulla ciambella del tempo sarebbero inversi del pari. Inoltre se il ferro possedesse la proprietà polare, e la ciambella del tempo e la sua molla ne fossero esenti, allóra in ogni posizione una parte qualunque della ciambella posta verso uno dei poli del corpo attraente sarebbe attratta, nè vi si osserverebbe mai ripulsione. La mia opinione si è finalmente, che non potrebbe avere luogo alcuna azione fra la ciambella del tempo ed il ferro, quando tutti e due fossero esenti di proprietà polari fisse. »

Fecersi altri esperimenti con la ciambella del tempo compensatrice, privata quanto era possibile di ogni magnetismo locale, e con una ciambella di rame e due molle temperate a diversi gradi, potendo fissarsi ciascuna di esse alla ciambella. Oltre al pernio destinato a sospendere questi pezzi fecesi uso di un congegno di rame, mediante il quale potevasi porre il tutto in posizione orizzontale.

Non si potè scoprire azione alcuna ponendo la ciambella compensatrice quasi a contatto con una palla da cannone, e lo stesso fu pure dopo levati i pesi della ciambella. Allontanatasi quest'ultima dalla palla da cannone le si presentò il polo norte di una spranga calamitata, e datole un leggerissimo movimento, arrestossi pochissimo tempo dopo in tale direzione che la spranga di acciaio in croce trovavasi precisamente nella direzione della calamita, e se toglievasi da questa posizione tosto vi ritornava.

Capovoltasi la calamita non si potè scoprire il più leggero indizio di ripulsione, donde fu duopo conchiudere che la ciambella del tempo non era per verun modo magnetica, e che ciascuna delle sue parti era ugualmente capace di acquistare il magnetismo, benchè fosse affatto insensibile all' effetto della palla da cannone. Un cronometro costruito con una ciambella del tempo ed una molla di essa egualmente esenti di magnetismo, avrebbe lo stesso andamento sopra una nave come in terra. Con la ciambella del tempo di rame non si potè riconoscere specie alcuna di azione. Adattandovi una delle molle, e ponendola a contatto con la palla da cannone, il ferro vi produsse una lieve influenza. Ripetutasi l' esperienza con uguale successo, rimase dimostrato che la molla aveva acquistato del magnetismo.

Da questi fatti risulta che quando una ciambella del tempo o la sua molla acquistano polarità magnetiche, il movimento del cronometro cui appartengono, prova un cangiamento ogni qualvolta quello strumento trovasi sotto l' azione d' una massa di ferro o più ancora in vicinanza ad una calamita. Ma se la ciambella del tempo e la sua molla sono esenti di magnetismo, il cronometro conserva l' uguaglianza del suo movimento.

Mentre abbiamo veduto fin qui cercarsi in alcuni casi con ogni cura di rendere l' ago più sensibile che mai si possa all' azione direttrice del magnetismo terrestre, occorre invece talvolta l' effetto opposto, di rendere, cioè, possibilmente gli aghi o le spranghe calamitate insensibili a quell' effetto. Ciò è quanto ha luogo ogni qualvolta vogliasi osservare l' effetto di qualche altra forza sull' ago magnetico, e quella specialmente della elettricità, o di piccole quantità di ferro mescinte e nascoste in seno ad altre sostanze. I mezzi per giugnere a questo scopo sono varii e

vennero indicati altrove in questa opera, sicchè ci basterà qui ricordarli soltanto. Il più semplice di ogni altro consiste, quando lo si possa, nel porre l' asse degli aghi calamitati nel meridiano magnetico (T. III di questo Supplemento, pag. 141). All'articolo CALAMITA nel Dizionario (T. III, pag. 211) si è veduto in che consista il metodo di Hauy detto del doppio magnetismo, con una spranga calamitata posta in guisa che neutralizzi l' effetto della terra, ed a quello GALVANOMETRO in questo Supplemento (T. X, pag. 368) si vede essersi questo spediente adottato da Cumming, ponendo un ago magnetico stabile sotto a quello mobile. Ivi pure si disse, come il Nobili imaginasse di porre due aghi di ugual forza uniti insieme, coi poli dell' uno vicini a quelli di nome opposto dell' altro, e chiamati *astatici*, perciò che, quando sieno perfettamente costruiti, non hanno tendenza alcuna a muoversi di per loro stessi, ad oggetto di mettersi in una posizione piuttosto che in un' altra. Ivi pure si vide (pag. 370) come Lebaillif estendesse il principio, unendo a quel modo quattro aghi invece che due. Recentemente il Melloni suggerì un modo di accrescere la insensibilità degli aghi astatici al magnetismo terrestre, ponendo ad una certa distanza dal galvanometro fra i poli degli aghi una verga calamitata. Rumkorff propose in appresso una modificazione prendendo due piccole verghe calamitate lunghe circa 8 centimetri e mobili intorno ad un asse che passa pel centro di un cerchio graduato; i poli opposti stanno di contro, in guisa che quando le due spranghe sono verticali, la loro azione è nulla ad una certa distanza. Mettesi questo stromento sulla campana del galvanometro, in modo che le due spranghe calamitate sieno verticali, cogli estremi liberi volti all' ingiù, e col loro piano coincidente a quello degli aghi. Si fa che i poli delle spranghette calamitate corrispondano ai poli di nome contrario di quell' ago che è prevalente. Facendo divergere più o meno queste spranghe si accresce più o meno la sensibilità del galvanometro, e togliendole via torna ad essere quello di prima. Può ottenersi tale aumento di sensibilità che una corrente, la quale faceva deviare l'ago di 15°, lo faccia deviare invece di 60 a 80° con tale aggiunta. Si può in tal guisa rendere il galvanometro 20 a 30 volte più sensibile; ma non si dee ricorrervi che quando quello non abbia la sensibilità necessaria per delicate ricerche. Invertendo la posizione delle spranghe calamitate è chiaro potersi avere l' effetto opposto, cioè una diminuzione nella sensibilità del galvanometro.

Calamite composte. Con questo nome indicheremo le calamite che in luogo di essere formate di un solo pezzo di acciaio, come tutte quelle onde fin qui abbiamo parlato, lo sono di varii, circostanza, la quale obbliga a nuove considerazioni per quanto riguarda il modo di loro costruzione.

Primieramente non è a caso da stabilirsi il numero di spranghe calamitate che giova meglio riunire per ottenere effetto maggiore, sapendosi in vero da un lato che l' azione risultante da parecchie spranghe magnetiche unite insieme, è ben lungi dall' uguagliare la somma delle azioni parziali di ciascuna spranga presa isolatamente, e che quanto è maggiore il numero delle spranghe tanto meno si accresce la differenza prodotta aggiugnendone delle altre, donde ne verrebbe la conseguenza che giovasse fare le calamite composte di poche spranghe. Siccome però d' altra parte sappiamo tanto maggiore essere la quantità di magnetismo che ricevono le spranghe proporzionatamente al loro peso, quanto più sono sottili (pag. 198), e siccome d' altra parte non si cerca in tal

caso di economizzare questa forza magnetica, ma di aumentarne gli effetti, senza che rischi niun danno il perderne una più o meno grande porzione, così per questa parte giova invece porre molte spranghe e sottili, anzichè poche e grosse. Bilanciando i vantaggi e discapiti di queste due circostanze soltanto si può giugnere a trovare il sistema più vantaggioso di combinazione per la preparazione delle calamite composte. A tal fine daremo alcune considerazioni di Coulomb sulla influenza dannosa del numero delle spranghe, rimandando a quanto in addietro si disse perciò che spetta al vantaggio del maggior magnetismo che assumono quando sono sottili.

Prese il Coulomb 16 aghi o spranghette paralellogrammiche rettangolari, tagliate dalla stessa lamina di acciaio, lunghe sei pollici, larghe nove linee e mezza e del peso di 582 grani per cadauna. Li fece rinvenire a bianchezza senza temperarli, per essere certo di averli sempre nello stato medesimo; li calamitò a saturazione e ne formò fascetti, unendone un certo numero coi poli simili dallo stesso lato, legandoli con fili di seta abbastanza forti per istringerli uno contro l'altro. Posto il fascetto sulla bilancia magnetica, ed allontanata questa dal meridiano magnetico di 30 gradi osservò che per ritenerla a questa distanza esigevasi una forza di torcimento che

per un solo ago fu di		82°
2	. . . . .	125
4	. . . . .	150
6	. . . . .	172
8	. . . . .	182
12	. . . . .	205
16	. . . . .	229.

Questi risultamenti provano che la forza magnetica di ciascun fascetto crebbe in proporzione molto minore del numero delle lamine.

Volendo il Coulomb conoscere lo stato interno delle calamite composte, determinò lo stato magnetico di ciascuno degli aghi onde si componevano i fascetti da 16 e da 8. Separatili tutti a tal fine e postili sulla bilancia magnetica, allontanandoli di 30° dal meridiano magnetico, trovò che i due aghi esterni, cioè quelli che formavano le due superficie del fascetto, avevano forza magnetica maggiore degli altri, l'uno esigendo una forza di torcimento di 46° l'altro di 48°; quelli intermedii invece di 30° a termine medio.

Sciogliendo il fascetto composto di 8 aghi trovò che

il primo alla superficie faceva	20	oscillazioni in	91″
2	20	. . . .	231
3	20	. . . .	278
4	20	. . . .	211
5	20	. . . .	222
6	20	. . . .	237
7 coi poli rovesciati . .	20	. . . .	237
8 alla superficie opposta del primo	20	. . . .	90.

Questi risultamenti mostrano che avendo un solo ago 82 gradi di forza direttrice, mentre invece per 16 riuniti la forza direttrice di ciascuno non era che di 14,3 gradi, cioè poco più di un sesto che l'altro, giova come abbiamo detto fare gli aghi da bussola poco grossi e leggeri.

A Coulomb parve di riconoscere pure

che un fascio di lamine prende a un dipresso lo stesso grado di magnetismo che una sola lamina della stessa figura e dello stesso peso, il che lo indusse a credere che nelle calamite di un solo pezzo il magnetismo vada scemando dalla superficie al centro come in quelle di varie lamine. Se ciò fosse vero sarebbe inutile moltiplicare il numero delle spranghe nelle calamite composte, poichè il vantaggio del magnetismo più forte acquistato dalle spranghe sottili, sarebbe distrutto dalla diminuzione che proverebbero queste lamine dall' essere riunite insieme; diremo anzi di più che se ciò fosse vero le calamite composte non avrebbero alcun vantaggio imaginabile su quelle semplici di un' ugual massa.

Sembra tuttavia diversa la opinione generale dei fisici, dappoichè in generale quando vogliono una certa forza magnetica, preferiscono quelle composte, se pure tale preferenza non ha per solo motivo la maggiore facilità di procurarsi spranghe di acciaio di buona qualità ed omogenee, non che di poterle separatamente magnetizzare. Il Böttger però suggerisce di fare le calamite composte di molte lamine non più grosse che due linee e diligentemente separate fra loro col mezzo di carta incerata o con sottili pezzetti di legno, e dice averne una fatta con lamine lunghe 7 a 9 pollici, larghe un pollice e grosse una linea, separate fra loro con pezzetti di legno, sicchè non combacino insieme che circa per due pollici verso i poli, la quale da 20 anni porta costantemente 60 libbre di peso. Egli assicura potersi ognuno convincere della importanza del fare le laminette sottili e del tenerle separate con carta od altro, paragonando l'effetto di quelle così disposte con una calamita composta di ugual peso, ma che contenga un minor numero di lamine, e queste più grosse, e che si tocchino insieme in tutti i punti.

All'articolo CALAMITA di questo Supplemento (T. III, pag. 135) si è detto dietro quali ragionamenti ed esperienze siasi stabilita la necessità di disporre le cime delle spranghe calamitate a scaglioni, in modo, cioè, che quella di mezzo sporga alquanto sulle altre. Il Böttger dianzi citato ritiene per altro l' opposto, e dice che non sola la teorica, ma altresì una esperienza fatta da molti anni della costruzione di possenti calamite, gli mostrò che quando vogliasi dar loro la maggior forza di attrazione è assolutamente necessario fare tutte le lamine di uguale lunghezza, limandone le cime o poli tutte sul medesimo piano, ponendo a contatto di questo un' ancora di ferro dolce egualmente limata a superficie piana.

Dell' armatura. Abbiamo veduto parlando della magnetizzazione che quando uno dei poli della calamita è a contatto con la cima di una spranga di acciaio vi sviluppa poco a poco un magnetismo di nome opposto al suo, il quale reagisce sul magnetismo naturale della calamita adoperata per produrre la magnetizzazione. Questo aumento reagisce anch' esso sulla spranga di acciaio, e così via seguitando fino ad un certo limite, che è quello dello stato di saturazione della calamita e della spranga da calamitarsi. Questa proprietà venne posta a profitto per aumentare la forza delle calamite naturali od artifiziali.

Se ad un polo di una calamita si attacca un pezzo di ferro dolce dal quale penda una coppa di bilancia, in cui mettansi successivamente varii pesi fino a tanto che non se ne possa più aggiugnere senza separare il ferro dolce dalla calamita, si trova che il giorno dopo si può crescere quella carica massima senza produrre la separazione, e così pure nei giorni appresso; ma se in capo ad un certo tempo staccasi a forza il ferro dolce, la

calamita non è più capace di sorreggere tutta la carica che portava dapprima. Questo effetto è facile a spiegarsi: la calamita sotto l' influenza del ferro aveva acquistato un aumento di energia che la sua forza coercitiva non le permette di conservare; abbandonata a sè stessa riprende il grado di forza proprio di sua natura, cioè rientra nel suo stato naturale di saturazione. Ciò posto si consideri una calamita di forma quadrata, e che abbia a due cime i poli opposti. Se si applica a ciascuno di questi poli un pezzo di ferro dolce di una certa grossezza, il magnetismo naturale ne sarà decomposto, essendo attratto verso la calamita quello di natura opposta al polo di essa, e l' altro rispinto. Questi pezzi di ferro dolce situati verso i poli sono quelli che diconsi *armature della calamita*.

Hanno queste armature anche il vantaggio di concentrare in alcuni punti tutta l' azione nelle cime di una calamita o di una spranga magnetizzata che abbiano una certa lunghezza e grossezza. Supponganси invero questa calamita o questa spranga poste di contro ad una piccola spranga da calamitarsi. È chiaro che tutti i punti della calamita naturale od artificiale agiranno più o meno obliquamente sulla spranghetta da calamitarsi, ed avranno minore influenza per decomporre il suo magnetismo naturale che se questi punti formassero una linea di minore estensione. Inoltre anche l' azione del polo opposto a quello che vuolsi produrre, quantunque più debole dell' altra a motivo della distanza, pure contraria anche essa l' effetto del polo più vicino. Si evitano questi inconvenienti adattando lamine di ferro sui lati della calamita ove sono i poli, le quali terminino ad una cima con una parte alquanto più grossa che dicesi *piede dell' armatura*. Ponendo la spranghetta che si vuol far attrarre nel prolungamento di uno di questi piedi si ha da una parte l' azione del polo corrispondente concentrata nel piede dell' armatura, mentre l' azione del polo boreale agisce più obliquamente che nol faccia nel caso in cui le forze agli estremi della calamita sieno paralelle. In tal guisa giugnesi a dare agli aghi un magnetismo più forte che nol si farebbe con una calamita non armata. Le cose dette precedentemente indicano che per conservare ad una calamita naturale od artifiziale tutta la sua forza conviene porre in comunicazione i due poli con un paralellopipedo di ferro dolce. Questa armatura è specialmente necessaria quando abbiasi a conservare il magnetismo ad una spranga verticale col polo boreale all' ingiù, nella quale alurimenti il magnetismo terrestre diminuirebbe proporzionalmente la polarità.

Nulla vi ha di più facile che adattare l' armatura ad una calamita artifiziale, sapendosi ove sono i suoi suoi poli, ed abbiamo dato un esempio del modo di armare le spranghe diritte all' articolo CALAMITA del Dizionario (T. III, pag. 208) dandone altresì la figura; in quelle a ferro di cavallo i cui poli sono riavvicinati, non si fa che porvi una spranghetta di ferro dolce che li metta in comunicazione per le ragioni anzidette. Nelle calamite naturali non conoscendosi la posizione dei poli, duopo è cominciare dallo stabilirle; segansi quindi i due lati ove si trovano i poli perpendicolarmente all' asse polare, in guisa da lasciare alle calamite la maggior lunghezza possibile. Polisconsi le facce, poscia vi si applica l' armatura. La fig. 8 della Tav. XXII delle *Arti fisiche* rappresenta una calamita naturale con la sua armatura, nella quale distinguonsi le lamine A B, i piedi D C, due fasce di ottone E F destinate a stringere fortemente le armature, mediante una vite, pure di ottone, che ne attraversa le cime. H è

la staffa che serve a sospenderla. Il pezzo A' B' C' D' che è di ferro dolce e flessibile dicesi l'*ancora*, e serve mediante un uncino L a sospendervi i pesi che la calamita può sostenere. Si accostuma farlo 11 millimetri più lungo della distanza che vi ha fra le facce esterne B B dei piedi dell' armatura. La sua superficie superiore D' C' dee essere polita ed a spigoli vivi.

Per determinare la grossezza delle lamine A B, il che, secondo anche le osservazioni del Gerbi, non è indifferente per l'effetto della calamita, prendonsi nello stesso ferro 4 pezzi atti a fare quattro armature, e si osserva il peso che porta la calamita quando vi si fissa uno, due, tre o quattro di essi. Questo peso aumenta da principio a misura che si cresce la grossezza, poscia diminuisce, sicchè basta in appresso far l' armatura di grossezza corrispondente a quella che diede il massimo effetto.

Teoria. Esaminato fin qui in quali maniere si comunichino proprietà magnetiche a quelle sostanze che ne sono suscettibili; vedutosi quanto sulla magnetizzazione influisca e la natura del materiale su cui si opera, e la forma stessa come è desso foggiato, principalmente riguardo agli aghi, considerando quali circostanze influiscono sul buon effetto di essi; esaminato quali specie di corpi appariscano dotate di magnetismo; notatosi finalmente in qual guisa gli effetti delle calamite con le armature si aumentino; prima di progredire più oltre a cercare di spiegare a quali effetti si debba la magnetizzazione, per dedurne poi alcune regole generali; prima di venire a parlare degli effetti delle calamite e delle loro applicazioni; ne è duopo premettere un qualche cenno sulle principali teoriche imaginatesi per ispiegare i fenomeni tutti del magnetismo più o meno compiutamente.

Lasciando di ripetere quelle strane spiegazioni che davano del magnetismo gli antichi, e che si accennarono nel principio dell' articolo CALAMITA di questo Supplemento, si è ivi detto altresì come Epino lo attribuisse ad un fluido imponderabile che esiste nel ferro, nella calamita e nei corpi che si magnetizzano, ed è capace di produrre particolari fenomeni quando è rarefatto, condensato, o messo in moto comunque dall' azione della calamita o della terra. Tale si era altresì la opinione di Franklin. Nel luogo sopraccitato, ed altresì nell' articolo CALAMITA del Dizionario, si è pure veduto in qual modo Coulomb ammettesse due fluidi invece che un solo, quistione molto analoga a quella per la ELETTRICITÀ suscitatasi (V. questa parola). Moltissima è invero, come già dicemmo in addietro, la analogia fra la elettricità e il magnetismo. Nella prima i corpi dividonsi in due classi, conduttori e non conduttori; i primi si elettrizzano immediatamente per influenza all' avvicinarsi di un corpo elettrizzato, e rientrano nello stato naturale, tosto che quel corpo ritirasi, mentre invece gli altri resistono a lungo a questa azione, ma quando l' elettricità vi si è sviluppata vi persevera più o meno a lungo, anche quando l' influenza che la produsse è cessata. Nel magnetismo una uguale distinzione si stabilisce fra il ferro dolce non incrudito nè torto, e l' acciaio temperato. Tali sono le proprietà comuni: vediamo ora le differenze.

L' elettrico penetra tutte le sostanze o per attraversarle con immensa velocità o per arrestarvisi. Il magnetismo invece non opera con qualche forza che per calamitare alcuni dati metalli, e principalmente il ferro ed il nichelio, senza per altro essere mai trasportato nella magnetizzazione, non abbandonando giammai le molecule cui apparteneva dapprima. Questo modo di agire esiste non solo nel ferro dolce, ma

altresì nell' acciaio che trattiene il magnetismo sviluppatosi, effetto dovuto alla esistenza di una forza che dicesi *coercitiva*, la quale sembra che si opponga alla separazione e ricomposizione dei due fluidi. Nella elettricità le attrazioni e ripulsioni dei corpi conduttori non dipendono che dalla loro forma e grandezza, e non mai dalla loro natura, lo che non avviene del magnetismo, poichè la forza e la grandezza non hanno quasi alcuna influenza sulla magnetizzazione, ed invece due masse di ugual forma e volume di ferro e di nichelio, nei quali la forza coercitiva è assai debole non hanno la stessa azione sopra un ago calamitato posto ad uguale distanza da ciascuna di esse, come Gay-Lussac potè dimostrare con la esperienza.

Comunque siasi di questa relazione, oggidì ammettesi generalmente essere il magnetismo composto di due fluidi distinti detti uno *boreale* l' altro *australe*, i quali fino che stanno riuniti si neutralizzano scambievolmente, trovandosi allora nello stato naturale che dicesi *neutro*, nel quale il corpo che gli contiene non dà alcun fenomeno magnetico. Se per altro qualche cagione opera inegualmente o sull' uno o sull' altro dei fluidi, questi si separano, vale a dire il corpo si magnetizza. Ammettesi che v' abbia attrazione fra il magnetismo e le particelle ponderabili, fra il fluido boreale e quello australe, e ripulsione fra gli elementi dello stesso fluido. Perciò quando presentasi a questi due fluidi combinati in istato neutro una massa, nella quale grandemente preponderi l' uno dei fluidi, questo scacciandone l' uno ed attraendone l' altro li separa e li rende sensibili, e quanto più forte è la sua preponderanza di azione, a tanto maggiore distanza può vincere quella attrazione che i due fluidi esercitano l' uno sull' altro e sulle particelle stesse ponderabili delle materie in cui si ritrovano. Siccome però si è veduto che un corpo, nella parte del proprio suo magnetismo comunicandolo ad altri, così naturalmente si venne a dedurre che fosse così strettamente unito alle particelle di un corpo da non potere abbandonarle, non solo da corpo a corpo, ma forse neppure da molecula a molecula nel corpo stesso; quindi si venne alla supposizione che i fluidi non uscissero dalle particelle, ma si rarefacessero in una parte di esse, condensandosi in quella opposta, sotto l' influenza dei fluidi di un altro corpo, oppure altresì che esistessero in questo stato già disposti nelle particelle dei corpi, e che queste per la magnetizzazione si venissero a disporre tutte nello stesso senso, cioè con i fluidi dello stesso nome volti dalla medesima parte, ripigliando le particelle la posizione di prima nel ferro al cessare dell' esterna influenza, conservando la posizione forzata nell' acciaio. In qualunque di questi due modi si spieghi il fenomeno della magnetizzazione, è chiaro che la massa totale del corpo acquista polarità opposta ai due capi.

Il Fusinieri crede i fluidi magnetici non essere che forze molecolari che hanno opposta direzione, e si manifestano con trasporti o correnti di materia ponderabile. Varii obbietti oppone egli contro la teoria dei due fluidi, come la differenza degli effetti nel ferro e nell' acciaio ed anche nelle varie qualità di quest' ultimo, obbietto, al quale però parvi non difficile la risposta, considerando che nella tempera dell' acciaio, raffreddandosi e contraendosi le parti esterne quasi istantaneamente, le molecule interne trovansi di necessità inceppate in quel movimento qualsiasi che loro occorre di fare per produrre quel complessivo ristringimento che pur dovrebbero. Dietro questa differente disposizione pertanto delle molecule nell' acciaio, e nel ferro, non è strano il supporre che le prime, più difficilmente movendosi, oppongano

maggiore resistenza tanto al mutare l'ordine loro naturale per l'influenza esterna del magnetismo, quanto a riprenderlo dopo che quell'influenza è cessata. Le stesse ragioni, a nostro credere, rispondono all'altro obbietto del Fusinieri, vale a dire del perdere la proprietà di essere attratto dalla calamita che fa il ferro portato all'incandescenza, essendo allora le sue molecule in un tale stato di mobilità da cedere ad ogni menomo sforzo. Quello che importa notarsi è il tremolio osservato dal Fusinieri medesimo in tutta la massa di un ago magnetico nell'atto che se ne rovescia la polarità, il qual effetto egli attribuisce ad un'azione moleculare, ma potrebbe del pari spiegarsi con un semplice cangiamento di posizione prodotto nelle molecule, a quel modo che in addietro dicemmo.

Più fondata ci sembra l'opinione esposta da alcuni che, cioè, gli effetti del magnetismo a quella stessa cagione si debbano che produce l'elettrico. Questa ipotesi erasi imaginata da Ampere prima ancora che fossero stati posti in luce i fatti dell'elettro-dinamica, attribuendosi da lui gli effetti magnetici a correnti elettriche esistenti in tutti i corpi sensibili al magnetismo, e che si movessero intorno alle particelle di essi. In un corpo allo stato naturale queste correnti sussisterebbero in tutte le direzioni intorno ad una medesima particella, e l'effetto della magnetizzazione sarebbe quello di dare a tutte queste correnti direzioni tendenti al paralellismo, e le cui azioni riunite, formando correnti esterne, spiegherebbero le attrazioni e ripulsioni magnetiche.

L'influenza di una energica corrente voltaica perpendicolare ad un ago di acciaio potrebbe produrre questa magnetizzazione con le sue azioni attrattive e ripulsive sopra le correnti elettriche delle particelle che tenderebbero a condurre i loro piani paralelli alla corrente esterna influente o perpendicolarmente all'asse dell'ago. Si comprende che le mutue azioni di queste correnti circolari possono modificare le inclinazioni relative dei loro piani in guisa da opporsi al loro compiuto paralellismo, cosicchè le risultanti delle loro azioni sopra un elemento della corrente esterna abbiano per punti di applicazione, poli non collocati alle estremità stesse dell'ago.

Quest'ago calamitato in tal guisa avrebbe una forza coercitiva, la quale impedirebbe che le correnti particolari riprendessero le loro antiche direzioni quando è cessata la corrente influente. Nel ferro dolce invece, dove non esiste questa forza coercitiva, le correnti riprenderebbero le varie loro direzioni dopo cessete le azioni esterne, ed il corpo rientrerebbe nello stato suo naturale. L'influenza delle calamite per magnetizzare gli altri corpi sarebbe affatto la stessa che quella delle correnti esterne.

Questa ipotesi, riguardatasi dapprima soltanto siccome un mezzo di coordinare i fatti del magnetismo con quelli relativi alla mutua azione delle calamite e delle correnti, acquistò poscia una maggiore importanza per le grandi scoperte fisiche alle quali condusse in questi ultimi tempi. Molti fisici la riguardano come la vera spiegazione dei fenomeni che essa abbraccia; e loro servì per ricercare e comprovare nuovi fatti, dei quali altrimenti sarebbe stato difficile sospettar l'esistenza. Fu, per esempio, dietro questa ipotesi che Ampere fu condotto a scoprire e studiare l'azione reciproca delle correnti voltaiche. Ultimamente Rowall attribuì pur esso il magnetismo alla circolazione costante della elettricità, e cercò dimostrare che questa opinione rende conto dei fenomeni generali della polarità, della declinazione diurna, della variazione e dell'oscillazione costante dell'ago magnetico.

Il principio della teoria elettrica del magnetismo consiste nel considerare ciascuna molecula di una calamita come avviluppata da una corrente particolare che senza posa si muove all' interno od all' esterno della molecula, formando in tal guisa un circuito chiuso, e che rientra sopra sè stesso cui, per maggiore semplicità, può attribuirsi la forma circolare. Se dietro a ciò si suppone in una spranga cilindrica una semplice fila di molecule paralelle all'asse, l' insieme di esse formerà un sistema rettilineo ; tutte le altre file paralelle produrranno sistemi analoghi, e la spranga non sarà che un fascio composto di una infinità di sistemi simili ; ma è chiaro che tutti i circuiti elementari contenuti in una stessa sezione perpendicolare all' asse potranno sempre essere rappresentati da un solo circuito che ne sara la risultante, e che da ultimo si potrà considerare la spranga calamitata come una semplice riunione di correnti circolari che vanno tutte nello stesso senso, e contenute in piani paralelli fra loro e perpendicolari all' asse della spranga, che di più quando la magnetizzazione è regolare hanno i loro centri su questo asse medesimo.

Quanto si è detto di una spranga cilindrica può applicarsi ad un ago od in generale ad una calamita di qual forma si voglia : basterà sempre considerare l' asse magnetico ed intorno ad esso correnti circolari di grandezza finita perpendicolari alla sua direzione, e che vanno nel senso medesimo.

È facile dietro a ciò imitare le calamite, se non esattamente almeno con approssimazione più o meno grande, bastando prendere un filo di metallo fasciato di sete e farvi passare una corrente dopo averlo ravvolto a quel modo che si vede nella figura 9 della Tav. XXII delle *Arti fisiche* in cerchi separati da pezzi diritti. Questi sistemi di correnti si chiamano *cilindri elettro-dinamici* o *selenoidi* : avvi tuttavia qualche differenza fra le selenoidi e le calamite, imperciocchè i circoli delle prime non sono affatto chiusi in quanto che comunicano fra loro, e sono attraversati dalla stessa corrente ; ma queste differenze non possono impedire la generale analogia degli effetti : inoltre basta piegare il filo a quel modo che si vede nella figura 9 per neutralizzare l' effetto della parte diritta del filo che unisce i varii circoli, essendochè allora in quella linea vi saranno correnti uguali ed opposte.

Un filo ravvolto ad elice fig. 10 non differisce per nulla dal selenoide precedente, ed il filo diritto ripiegato nell' asse neutralizza del pari l' effetto della obbliquità di ogni giro della spira.

Per rappresentare tutti i fenomeni di un dato ago o di una data calamita non converrebbe certamente ravvolgere il filo su di un cilindro, ma per lo più converrebbe ravvolgerlo o sopra coni tronchi opposti per la parte ove sarebbe il vertice o sopra forme di altra figura che non sarebbe neppure il risultamento di una superficie di rivoluzione.

Ciò che vi ha di reale utilità in questa ipotesi ad ogni modo consiste nel legame in qualche sorte naturale che stabilisce fra i varii fenomeni del magnetismo propriamente detto, dell'elettro-magnetismo e dell' elettro-dinamica ; comprova la identicità che esiste, sotto certe condizioni, fra le azioni delle calamite, e quella delle correnti voltaiche attribuendole ad una medesima origine. Non perciò può dirsi meglio definita la natura di questa causa comune imaginando che le calamite sieno sede di correnti particolari continue, anzichè riguardare gli effetti dinamici prodotti dalle correnti, siccome dovuti ad una inuguale distribuzione dei fluidi intorno alle particelle. È bensì vero che la idea dei due fluidi magnetici ha perduto ogni importanza

« Ecco adunque se non sciolta completamente la quistione, portatala almeno a buon punto. Il magnetismo si conserva nell' acciaio temperato, perchè vi si distribuisce dentro disugualmente, in maggior copia al di fuori, e via via sempre meno andando verso il centro ; e così fatta distribuzione nasce di necessità dalla tempera, che copre l' acciaio d' una crosta fisicamente diversa dalle parti centrali.

« Coll' aiuto di questo principio s' intendono ora, mi pare, parecchi fatti, che rimanevano prima senza spiegazione.

» Il ferro dolce disperde il magnetismo ; ma battuto sotto il martello, o passato alla trafila acquista la proprietà di conservarne una piccola dose. I colpi di martello e la trafila operano lo stesso effetto, rendono, cioè, la superficie più compatta delle parti interne.

« Se un filo di ferro, tirato alla semplice trafila conserva già un po' di magnetismo, lo stesso filo ne conserva poi una dose molto maggiore, tosto che sia, come ne insegnò da gran tempo Gay-Lussac. Ora che fa il torcimento, se non che accrescere la differenza di stato fra le parti esterne e le interne del filo ? Massimo in fatti è lo stiramento lungo i lati esteriori, minimo lungo l' asse.

« A tempera e qualità d' acciaio eguali, le spranghe sottili prendono, in proporzione, molto più magnetismo che non fanno le spranghe grosse. Sia pure eguale il riscaldamento delle spranghe, ed eguale la temperatura del bagno freddo destinato a temperarle, la tempera non sarà eguale che di nome : in sostanza ne risulterà sulle spranghe sottili un' eterogeneità fra strato e strato maggiore di quella che accadrà nelle spranghe più grosse. La ragione è evidente. L'onto maggiore è l' eterogeneità degli strati, quanto più rapido è il raffreddamento, e quanto rapidità cresce appunto con la sottigliezza.

» Non è possibile calamitare bene una grossa spranga d' acciaio (V. pag. 198); e perchè se la spranga può essere benissimo temperata in tutta la sua grossezza, e ricevere molto magnetismo da una copiosa sorgente ? Non si mette in dubbio nè l'uno nè l'altro effetto, chè sono amendue egualmente sicuri ; ma si risponde che l'impossibilità di calamitare bene quei grossi pezzi, dipende dallo stato delle parti centrali, che sono bensì temperate, ma lo sono troppo debolmente per non perdere subito tutto o quasi tutto il magnetismo che ricevono da altra parte. »

Questo fatto, che il magnetismo si aumenti più assai col grado della tempera che con la massa del corpo magnetico, provò il Nobili con quella esperienza dei due cilindri l' uno pieno e massiccio, l' altro forato da parte a parte onde abbiamo detto i risultamenti nel luogo citato più addietro (pag. 198), la quale egli riflette spiegarsi assai facilmente dietro le di lui idee, riflettendo alla condizione del cilindro forato, il quale temperandosi contemporaneamente al di fuori come al di dentro, si veste dalle due parti di quella crosta che diviene la conservatrice del magnetismo, ricevere una maggior dose che le parti interne.

Queste osservazioni accrescono forza all' idea principale relativa alla distinzione delle due specie di magnetismo. Il magnetismo tende a distruggersi nel ferro il più dolce, come nell' acciaio il più temperato : che se si conserva in quest' ultima sostanza e non nella prima, ciò dipende da una circostanza accidentale, come si è quella di far perdere all' acciaio la sua omogeneità, col mezzo della tempera, la quale non altera che poco o nulla la struttura interna del ferro.

Bisogna del resto convenire, che regna ancora tal buio entro alle viscere delle calamite da dovere essere cauti nelle opi-

zatesi per cercare di dare ragione dei fenomeni del magnetismo, cercheremo ora di vedere gli effetti che la magnetizzazione produce, per dedurne leggi teoriche, le quali, unite a quelle pratiche date in addietro, possano servire di norma in quella operazione, ed indagheremo quale sia la disposizione che prende il magnetismo nei corpi.

Effetti della magnetizzazione. Abbiamo abbastanza veduto agli articoli CALAMITA del Dizionario e di questo Supplemento, come, secondo la teoria dei due fluidi, l'effetto della magnetizzazione altro non sia che di separarli l'uno dall'altro, e qui addietro vedemmo come la magnetizzazione si spieghi attribuendo alla elettricità i fenomeni del magnetismo. Quello che piuttosto interessa notare si è l'effetto diverso della magnetizzazione nel ferro e nell'acciaio, il quale si è bensì accennato più volte e nei sopraccitati articoli e nel presente, ma senza spiegarlo abbastanza. Riferiremo il ragionamento del Nobili su tale proposito che ci sembra assai convincente. « Il chiamare *forza coercitiva*, dice egli, la resistenza che oppongono i metalli magnetici alla loro calamitazione e scalamitazione, ed il dire poi che una tal forza è grandissima nell'acciaio, e nulla o presso che nulla nel ferro, non è uno spiegare il fatto; è un esprimerlo in altra maniera, per cui la quistione non avanza d'un passo: peggiora anzi di condizione, se pure è vero, come sembra, che quell'idea di forza coercitiva tenda ad introdurre nella scienza un falso modo di vedere.

« L'acciaio non temperato è presso che alla condizione del ferro dolce: disperde anch'esso quasi tutto il magnetismo, che riceve da altra parte. La tempera, è adunque, non si può negare, la causa per cui l'acciaio acquista la proprietà di conservare il magnetismo. Ma se questo è vero, lo è altresì che le spranghe d'acciaio le più temperate non possono stare a reciproco contatto coi poli dello stesso nome senza pregiudicarsi più o meno nella forza del loro magnetismo. La tempera non è adunque la causa immediata della conservazione di quella virtù. E diffatti la condizione conservatrice dipende dal modo con cui il magnetismo si distribuisce entro alle viscere del corpo magnetico. Dividiamo questo corpo nei suoi fili elementari, e supponiamo che questi fili immensamente piccoli sieno tutti calamitati allo stesso grado. Abbiano pure la maggior tempera che si vuole, e tutto il sistema si scalamiterà ben presto, come prova l'esperienza del fascio d'aghi riferita all'articolo CALAMITA (T. III di questo Supplemento, pag. 132). Supponiamo invece che gli elementi esteriori sieno calamitati più degli interni, ed avremo allora combinato un sistema capace di conservare una dose di magnetismo più o meno forte secondo le circostanze.

« Ma come mai dentro la medesima massa le parti esteriori hanno da riuscire più calamitate delle interne? La tempera, non vi ha dubbio, distrugge l'omogeneità, ch'esisteva dapprima nelle varie parti della massa: le molecole esteriori raffreddate così bruscamente per le prime, s'avvicinano più che non possono fare le interne, obbligate dalla crosta esteriore già fatta consistente, a rimanere presso che a quella distanza cui le ridusse il calore.

« Non è qui da ricercare il motivo per cui l'acciaio temperato acquisti durezza, nè tampoco da discutere se sotto la tempera le particelle del metallo s'aggruppino in una maniera piuttosto che in un'altra: qui ci basta il sapere che l'acciaio temperato possede una crosta per densità, e fors'anche per altri accidenti, tanto più diversa dagli strati interni, quanto fu più rapido il raffreddamento.

« Ere
pletame
a buon
nell'ac
buisce
copia al
andand
distribu
pera,
fisicam
« C
tendon
rimane
» Il
smo ;
sato all
conserv
martell
fetto,
compat
« S
trafila
lo stess
molto
insegn
che fa
la diffe
le inte
stirame
lungo l
« A
le spra
ne, moi
sprangh
mento
ratura
perarle
di nom
sprangh
to e stra
nelle sp
evidente
degli str
damento
to con la

nel loro stato primitivo sono più efficaci delle altre.

3.° Questa differenza fra le forze che acquista l' ago dopo il successivo ripetuto invertimento dei poli va continuamente scemando e converge verso un limite. In generale dipende dalla grandezza dell' ago relativamente a quella delle spranghe con le quali stropicciasi, non che dalla forza di coercibilità.

4.° Non si dà ad un ago tutta la forza magnetica onde è suscettibile, se gli stropicciamenti non si fanno su tutta la superficie, e ciò diviene specialmente sensibile nel caso dell' invertimento dei poli.

5.° A circostanze uguali, le spranghe con le quali stropicciasi danno a spranghe di ugual dimensione una forza magnetica uguale a quella che posseggono, e nelle spranghe che hanno dimensioni diverse, le forze acquistate sono come i cubi delle dimensioni omologhe. Questo ultimo fatto erasi già stabilito da lungo tempo, dietro gli esperimenti di Coulomb.

6.° Quando si stropicciano spranghe calamitate con altre più deboli, la forza delle prime scema in vece di aumentarsi, e sembra che la forza tenda a divenire uguale a quella che queste ultime spranghe sarebbero capaci di dare alle prime con la magnetizzazione direttamente.

7.° La relazione che vi ha fra le forze che riceve un ago od una spranga con successivi stropicciamenti ed il numero di questi stropicciamenti medesimi può esprimersi con una formula esponenziale che contiene tre costanti, una sola delle quali sembra mutar di valore secondo la grandezza delle spranghe che si calamitano, fino a tanto almeno che la grandezza di queste spranghe non eccede quella delle altre usate per istropicciarle, supposte della qualità stessa di acciaio. Si sa quindi anticipatamente i gradi successivi di forza che acquisterà una spranga ad ogni stropiccia-

riconosce che i punti posti ad uguale distanza dalle cime sostengono pesi uguali. Vedesi adunque che la quantità del magnetismo libero da certi punti vicini alle cime va rapidamente scemando verso al centro dell' ago. Questo metodo fu il solo seguito per lungo tempo a fine di determinare la distribuzione del magnetismo libero nelle spranghe di acciaio, fino a che Coulomb ne imaginò un altro capace di grande esattezza mediante la bilancia di torcimento. Mettesi alla cima del filo di sospensione un filo di acciaio calamitato a saturazione, e disponesi l' apparato per modo che il filo non abbia alcun torcimento quando l' ago trovasi nel meridiano magnetico. Mettesi poi nello stesso piano un regolo verticale di legno grosso 3 a 4 millimetri, per modo che uno dei capi dell' ago venga a poggiarvisi contro quando il filo è senza torcimento; dall' altra parte del regolo si fa scendere verticalmente in una scanalatura fattasi alla superficie un altro filo di acciaio simile al primo e calamitato alla stessa guisa, in modo che al polo di quello orizzontale corrisponda quello inferiore dello stesso nome del filo verticale. L' ago mobile viene allora rispinto, ma se lo riconduce al contatto con la superficie del regolo torcendo convenientemente il filo di sospensione. I due fili calamitati incrociandosi ad angolo retto, tutti i punti che trovansi ad una certa distanza da quello dell' incrociamento non contribuiscono che assai debolmente alla ripulsione, a motivo della direzione obliqua in cui agiscono. Ne segue che le quantità di magnetismo che concorrono a questa ripulsione, sono quelle che trovansi da una parte, e dall' altra del punto di incrociamento sopra i due aghi, fino ad una distanza di 4 a 5 millimetri; ma il punto che è nell' incrociamento è quello che agisce con maggior forza di ogni altro. Se si presentano quindi successivamente tutti i punti del filo verticale agli stessi punti del filo orizzontale, la cui azione rimane costante, le forze di torcimento che è duopo impiegare per mantenere l' ago nel meridiano magnetico serviranno a misurare, in maniera molto approssimativa, l' intensità del magnetismo libero di quel punto del filo verticale che trovasi nell' incrociamento. In tal guisa giunse il Coulomb a conoscere che il magnetismo libero è riunito quasi interamente sui primi otto centimetri del filo partendo dai capi. Se si fossero posti di contro i poli di nome opposto, la misura del magnetismo nel punto dell' incrociamento, sarebbe stata rappresentata dalla forza di torcimento necessaria per far uscire il filo mobile dal meridiano magnetico.

Suolsi rappresentare geometricamente le quantità di magnetismo libero di un ago con le ordinate di una curva di cui le distanze da ciascun punto all'una delle estremità sono le ascisse.

Abbiamo in vero veduto che nelle calamite che hanno dimensioni trasversali piccolissime, rapporto alla loro lunghezza, di forma regolare in tutta la loro estensione e regolarmente magnetizzate, partendo dalla metà e andando verso gli estremi si ha un magnetismo crescente, e viceversa decrescente dalle estremità verso il mezzo. Supponiamo che le distanze prese, incominciando da una estremità sino al mezzo, stieno come i numeri 0, 1, 2, 4 $\frac{1}{2}$, 6, 9, 12, 13 $\frac{1}{2}$, e che da questi punti s' innalzino delle normali rappresentanti le intensità; queste stanno fra loro come 165, 90, 48, 23, 9, 6. Le estremità di queste perpendicolari formano una curva, che Coulomb chiamò *curva delle intensità*, la quale a colpo d' occhio indica la distribuzione del fluido magnetico.

Coulomb ha osservato, che per fili e per lamine di diversa lunghezza, questa curva è precisamente la stessa, pur-

chè la lunghezza sia maggiore di 6 ad 8 pollici.

Egli pervenne a questo risultamento supponendo che l' intensità della forza magnetica sia proporzionata al quadrato del numero delle oscillazioni che in un dato tempo fa un ago. Sia, per esempio, un ago della lunghezza di sei linee, che in un minuto primo faccia un numero n di oscillazioni. Si presenti al polo nord dello stesso una spranga calamitata collocata verticalmente e nel piano del meridiano magnetico, allorchè la parte neutrale di essa trovasi nel medesimo piano orizzontale dell' ago magnetico, si vede che il numero n delle oscillazioni in un minuto primo non si è cangiato. Ma allorchè un punto estremo si presenta nel medesimo piano all' ago suddetto, si osserva una differenza sensibilissima nel numero delle oscillazioni, nel tempo dato. Se poi con m rappresentiamo l' intensità magnetica dell'ago oscillante uguale a n^2, e in due sezioni della spranga con $m'-m$, $m''-m$, le intensità magnetiche della calamita nei punti che sono in presenza dell' ago, indicando con n', n'' le oscillazioni fatte, avremo:

$$\frac{m' - m}{m'' - m} = \frac{n'^2 - n^2}{n''^2 - n^2}.$$

Il Coulomb ha avvertito, che nelle calamite romboidali i poli si avvicinano al centro; e che negli aghi a freccia che comunemente si adoperano è difficile avere una magnetizzazione regolare e poli costanti. Il Pianciani, ne' suoi esperimenti sull'ottone e sul bronzo, riferisce di avere ottenuti quattro poli in un ago romboidale di ottone facendo strisciare i due poli opposti della calamita dal mezzo agli estremi. Ad un' estremità vi trovò in una faccia dell' ago il polo nord, ed all' altra il polo sud, e gli opposti poli all' altra estremità.

Benchè varie esperienze chimiche abbiano indicato al Pianciani, che la virtù magnetica di queste leghe non è dovuta al ferro, tuttavia nulla decide su ciò; e solo osserva che i poli durevoli disposti secondo la minor dimensione di una lamina, meritano nella teoria del magnetismo una particolare disamina del fisico. Il Configliacchi ha pure osservato che quando la grossezza delle calamite artificiali ha un certo rapporto con la lunghezza, l' azione dei poli secondarii o trasversali talvolta si manifesta apertamente.

Si fecero anche i medesimi esperimenti sopra fili di acciaio di piccolissimo diametro preparati con un metodo simile a quello suggerito da Wollaston per procurarsi finissimi fili di platino, facendo in una forma di terra due solchi, dall'unione dei quali risulta un incavo cilindrico, ponendovi nel mezzo un filo di acciaio grosso da mezzo ad uno millimetro a guisa di anima, e colandovi intorno dell' argento. Ottiensi in tal guisa un cilindro di argento che ha per asse un filo di acciaio. Passando il tutto per trafila, se la proporzione fra i due diametri è di 1 a 20, ed il cilindro riducasi in filo del diametro di un millimetro, l' acciaio non avrà che $\frac{1}{20}$ di millimetro. Per levare l' argento adoperasi il mercurio riscaldato convenientemente. Occorrono molte precauzioni per ottenere in tal modo fili di acciaio intatti di una certa lunghezza, i quali però all' uscire dal mercurio posseggono abbastanza magnetismo per dirigersi nel piano del meridiano magnetico quando sieno sospesi a fili di seta tratti dal bozzolo. Esaminato in tal guisa, un ago calamitato, lungo 128 millimetri e del diametro di $\frac{1}{77}$ di millimetro, trovaronsi i poli posti 8 millimetri distanti dalle cime.

Allorchè si è comunicata ad una spranga di acciaio la più forte magnetizzazione che possa conservare, succede talvolta,

massime adoperando il metodo di Epino, che oltre ai due poli che si palesano alle estremità, manifestansi altri centri di azione. Questi poli secondarii sono sempre alternativamente di natura opposta, ed il loro sviluppo nell' atto della magnetizzazione dipende da una forza coercitiva troppo grande o da una tempera troppo dura. Importa molto evitarli nella preparazione degli aghi da bussola, i quali non devono avere che due poli opposti alle cime: si giugne a tale effetto adoperando soltanto acciaio molto omogeneo e dandovi una tempera assai moderata. Questi poli secondarii si indicano col nome di *punti conseguenti*, e si chiamano *punti di indifferenza* quelli nel mezzo degli intervalli che separano i poli consecutivi, perciò che quei punti non fanno deviare l' ago calamitato che loro presentasi, e sembrano indifferenti al magnetismo. Per istudiare il numero e la distribuzione dei poli di una spranga magnetica, se la corica orizzontalmente coprendola con un foglio di carta o di cartone su cui si sparge limaglia di ferro. Scuotendo il foglio leggermente, le particelle della limaglia che rimangono per un momento sospese, ricadono in posizioni particolari determinate dalle forze cui sono soggette. Vedonsi queste particelle disporsi sempre in maniera da tendere verso i centri di azione. Se la spranga non ha che due poli, i piccoli aghi che costituiscono la limaglia situati sopra una perpendicolare nel mezzo dell' asse della calamita, sono disposti paralelli a quest' asse; a destra ed a sinistra di questa perpendicolare si inclinano sempre più verso i poli, i quali, come si è detto, non sono propriamente alle estremità stesse della spranga, ma ad una certa distanza da quelle. Intorno a ciascun polo le particelle metalliche sono disposte a guisa di curve raggianti in ogni direzione. Se la spranga calamitata è una lamina sottile di acciaio assai duro, le curve formate dalla limaglia indicano per lo più centri di azione intermedii o punti conseguenti e punti di indifferenza, pei quali gli elementi di queste curve sono paralelli all'asse della lamina. Si può eziandio riconoscere la posizione di questi veri punti facendo scorrere verticalmente la lamina di acciaio dinanzi ad un ago calamitato sospeso orizzontalmente sopra un pernio, e notando i punti verso i quali si dirigono successivamente i due poli mobili.

Merita qui particolarmente di essere ricordata la esperienza fatta da Haldat circa ad una singolare maniera di magnetizzazione parziale di alcuni punti di una lamina. Prendesi una lamina di acciaio grossa da uno a tre millimetri e di 2 a 3 decimetri quadrati di superficie, e dopo averne ben nettata e polita la superficie con una lima o con sabbia fina vi si segna sopra con la cima di una spranga calamitata qualsivoglia figura. Se quindi spargesi su quella superficie uno strato sottile di limaglia di ferro, quindi scuotesi leggermente, la limaglia disponesi sulle figure in maniera da farle visibili. La disposizione di queste particelle di ferro si fa in modo particolare, essendochè, mentre dapprincipio trovansi sparse uniformemente sulla superficie, si accumulano poi verso i limiti del segno fatto, lasciando scoperto l' intervallo che ne forma la grossezza, di modo chè si trovano raguna-te su quelle linee che separano le parti calamitate da quelle che sono neutre. Queste figure somigliano adunque a quelle che si formano alla superficie di lastre di legno, di vetro o simili, al di sotto delle quali mettesi una calamita. Haldat osservò che ha luogo la somiglianza fino nelle più lievi circostanze, riunendosi, per esempio, le particelle della limaglia sulla piastra di acciaio in pennoncelli od in raggi verso le parti ove il magnetismo è

più intenso, a quel modo appunto che accade sulle lastre di legno, di vetro o simili. Il magnetismo sviluppatosi in tal guisa nelle lamine per semplice attrito od anche soltanto per l' avvicinamento di una spranga calamitata, dura parecchi mesi, ma scompare tostochè la temperatura si innalza al colore giallo-paglia.

Haldat non potè distruggere le figure magnetiche mediante l' azione del polo opposto a quello onde erasi servito per segnarle; ma impiegò con buon esito un altro espediente che merita d' essere notato, e consiste nell' eccitare nelle lamine vibrazioni ripetute e violenti. Pone a tal uopo una lamina calamitata sopra un pancone e la batte a colpi frequenti con un magliuolo di legno, bastando due minuti a distruggerne il magnetismo. Deboli vibrazioni, simili a quelle che servono a produrre le figure acustiche, scoperte da Chladni e Savart, sono inefficaci.

Osservò lo stesso Haldat che tutti i corpi duri possono, mediante l' attrito, coadiuvare alla decomposizione del fluido magnetico nel ferro dolce, se si favorisce la loro azione combinandola con l' influenza di calamite le quali di per sè sole non sarebbero capaci a produrle. Prendonsi fili di ferro non ricotti, lunghi un decimetro e del diametro di un millimetro, i quali si mettono orizzontalmente fra due spranghe calamitate opposte coi loro poli contrarii ed a tale distanza che non possano venirne calamitati; questi fili acquistano la polarità allorchè si stropicciano con corpi duri nella direzione delle spranghe. Volgendo questi fili e soffregandoli di bel nuovo, distruggesi la polarità che avevano acquistata per darne loro un' altra in senso opposto.

Si sa potersi rendere magnetico il ferro dolce col mezzo del torcimento. Questa azione meccanica produce lo stesso effetto nel ferro posto sotto l' influenza del magnetismo terrestre che dà l' attrito sui fili di ferro magnetizzati per influenza. Haldat fece vedere che levasi la polarità ad un filo di ferro dolce magnetizzato pel torcimento storcendolo, ed era ben naturale supporre che ciò dovesse accadere.

Proprietà ed effetti delle calamite. Il principale effetto delle CALAMITE, come vedemmo ed a quella parola ed al principio di questo articolo, si è quello di attrarre il ferro od altri corpi, nei quali trovisi il magnetismo combinato ed allo stato neutro. Un altro effetto si è quello di essere dotate di proprietà diverse in punti opposti, in quelli cioè che si dicono *poli*, e di attrarsi o rispignersi, secondo che l' una all' altra presentansi con poli diversi od uguali. Di questa seconda specie di effetti si è pure tenuto parola nei luoghi qui sopra citati. Finalmente il terzo effetto conosciuto da molto tempo delle calamite, si è quello di volgersi coi loro poli verso certi dati punti del globo; di questo si è pure ragionato altrove, e siccome dipende dall' influenza del MAGNETISMO *terrestre*, così a quella parola rimetteremo ad ogni modo quanto avessimo intorno ad esso ad aggiugnere. Se qui torniamo a discorrere dei due primi effetti, è solo pertanto ad oggetto di meglio studiare l' azione reciproca delle calamite fra loro ed il modo di misurarne la forza, e per indagare altresì se v' abbia influenza e quale il calore.

Forza delle calamite. All' articolo CALAMITA in questo Supplemento (T. III, pag. 136) si è veduto quali mezzi si abbiano per misurare la forza delle calamite sul ferro o fra loro, il che formò soggetto degli studii prima di G. Antonio dalla Bella italiano, professore a Coimbra, poscia di Tobia Mayer, di Coulomb, di Hansteen e di altri, e come se ne deducesse la legge che le attrazioni e ripulsioni magnetiche sono in ragione inversa dei quadrati delle distanze. Dap-

2

[illegible]

[illegible]

[illegible]

sieno soggette ad essere deviate dalle direzioni degli assi delle loro azioni, e quindi secondo quelle direzioni diminuite, e viceversa quelle forze sono soggette ad aumentarsi, se esteriormente viene esercitata un' attrazione od una ripulsione che sia nel senso degli assi delle loro azioni.

Delicate esperienze del Marianini mostrarono altresì che le calamite perdono vigore stando a lungo vicine a grandi masse di ferro.

Dietro ciò, insorse quindi ragionevole dubbio che quegli sperimenti sui quali l' anzidetta legge fondavasi, non si meritino piena fede; ed anzi, secondo Gauss, pare che questa legge non valga per tutte le distanze, ma che per alcune invece sia la ragione inversa triplicata. Tuttavia per la pratica, e fra i limiti in cui la forza ha una certa intensità, può quella legge riguardarsi come abbastanza esatta, quand' anche pienamente nol sia, non potendovi avere che lievissime differenze. Posto questo principio non crediamo possa esser disutile il farci a considerare quali abbiano ad essere le azioni reciproche di due calamite fra loro; deducendole dalle applicazioni di quella legge a varie circostanze.

Queste deduzioni sono sempre anche nei casi più semplici, più complicate di quelle che si hanno per l' elettricità, attesochè nelle calamite le due polarità sono sempre congiunte, nè si ha mai perfettamente isolata la loro influenza. Nello studiare le azioni reciproche fra due calamite, od anche fra una calamita ed un pezzo di ferro il più piccolo che imaginare si possa, vi sono sempre quattro polarità attive, due in un corpo e due nell' altro; queste polarità non sono rigorosamente limitate a punti particolari nella calamita, poichè, quantunque sieno più concentrate ai due capi, tuttavia esistono con minore intensità anche nelle altre parti della calamita.

Supporremo tuttavia per semplificare la quistione che le forze magnetiche emanino soltanto dai due poli alle estremità di una calamita. Si imagini questa posta col suo asse orizzontalmente, mentre una calamita più piccola sospesa sopra una punta od in altre parole, un ago da bussola, le si presenta in vicinanza al suo polo norte, e col suo centro nella stessa linea dell' asse della calamita. Il polo norte di questa ultima attrae il polo sud dell' ago, e tende a girarlo in una data direzione; inoltre rispigne altresì il polo norte dell'ago, tendendo con ciò pure a muoverlo nella stessa direzione di prima. Tutte e due quindi queste azioni concorrono a dare all' ago un moto rotatorio nella stessa direzione, ed a porlo nell'asse della calamita, col polo sud vicino a quello norte di essa, e con quello norte più lontano. La influenza del polo sud della calamita opera in modo esattamente contrario a quello del polo norte; ma essendo ad una più grande distanza, la sua intensità è minore e tutto ciò che può fare, si è di scemare la forza con la quale l' ago viene spinto dal polo norte della calamita. Il risultamento del moto rotatorio viene quindi determinato dalla prevalenza delle azioni del polo norte della calamita, e riesce quale venne dianzi indicato.

La tendenza di una calamita ad assumere una particolare posizione relativamente ad un' altra chiamasi la sua forza direttiva o direttrice. Risulta, come abbiamo veduto, dalla influenza di due forze l' una che agisce sul polo norte e l' altra sul polo sud, essendo pertanto uguale alla somma di queste forze.

Se ora consideriamo quale tendenza abbia un ago di avvicinarsi od allontanarsi dalla calamita, troveremo le stesse forze che nel primo caso cooperavano insieme essere opposte l' una all' altra. È chiaro in primo luogo che quando l'ago è ad angolo

retto con la calamita, avendo sempre il suo pernio nella linea dell' asse di essa, la attrazione del polo norte della calamita per quello sud dell' ago è bilanciata dalla sua ripulsione pel polo norte, e che l' ago, benchè fortemente spinto da queste forze a girare intorno al suo centro, non ha alcuna tendenza nella sua totalità ad allontanarsi od avvicinarsi alla calamita. Ma quando è giunto a porsi col suo asse nella linea medesima dell' asse di essa, il suo polo sud essendo più vicino al polo norte della calamita che nol sia il suo polo norte, la azione attrattiva è più possente di quella ripulsiva, ed in conseguenza l'ago viene spinto verso la calamita. La forza di questo impulso risulta soltanto dalla differenza fra due forze contrarie l' una attrattiva l' altra ripulsiva.

Si può concludere adunque che la forza direttrice, la quale consiste della somma di due forze, è in tutti i casi considerabilmente maggiore della forza attrattiva esercitata sopra tutto l' ago ; questa ultima forza essendo solamente uguale alla differenza fra le stesse forze. La relazione fra la forza direttrice e quella attrattiva si aumenterà tanto diminuendo la lunghezza dell' ago, come accrescendo quella della calamita. La polarità adunque di un piccolo ago può essere considerevole anche quando la sua attrazione è quasi insensibile.

Suppongasi invece l' ago posto in tale situazione che il suo centro si trovi in una linea condotta dal centro della calamita e ad angolo retto con l'asse di quella essendo l' ago, come nel primo caso, posto in bilico in guisa che possa girare liberamente in un piano che passi pel centro dell' ago, e pei due poli della calamita. Mettasi quest' ago in tale situazione che abbia l' uno dei suoi poli diretto verso la metà della calamita. In tal caso la forza direttrice sarà composta di quattro forze, le attrazioni del norte della calamita col sud dell' ago e del norte dell' ago col sud della calamita, e le ripulsioni del norte della calamita col norte dell' ago e del sud della calamita col sud dell' ago. Tutte queste forze concorreranno in due risultanti alle cime dell' ago, le quali lo spigneranno a girare intorno al suo centro in fino a che dispongasi paralello alla calamita con la sua cima sud verso quella norte di essa, e con la cima norte verso quella sud per conseguenza.

È qui da notarsi che attesa la maggiore vicinanza dei poli di vario nome in confronto a quella dei poli dello stesso nome la somma delle forze attrattive supera quella delle ripulsive, sicchè l' ago tende a muoversi verso la calamita nella direzione della linea che passa pei centri di entrambi.

Ragionando in simile guisa, e dietro gli stessi principii si giugne a determinare le risultanti delle forze che agiscono sopra l' ago quando il suo centro è posto in varie direzioni relativamente all' asse della calamita ; ed in conseguenza dedurre quali saranno i suoi movimenti, e quale la posizione in cui si metterà in equilibrio. Nella posizione obliqua invece i metodi di investigazione divengono più complicati, essendo necessario di aver riguardo alle differenti intensità di ciascuna delle quattro forze di cui si parla, relativamente non solo alla distanza dei poli dell' ago da quelli della calamita, ma anche alle loro relative direzioni nel piano di rotazione.

Se il piano di rotazione, nel quale si limitano i movimenti dell' ago, non passa pei poli della calamita, la complicazione diviene ancora maggiore. Vi sono tuttavia tre generali risultamenti cui si può giugnere i quali tendono a grandemente semplificare lo scioglimento delle quistioni relative a tale soggetto.

Il primo si è che, supponendo l' ago

nella perfetta libertà di muoversi in tutte le direzioni sopra il suo centro, la posizione di equilibrio cui arriverà per l'azione riunita di tutte le forze che lo sospingono, sarà sempre collocata nel piano che inchiude i poli della calamita ed il centro dell'ago. Questo piano può chiamarsi il *piano magnetico*, e la posizione che prende l'ago in questo piano si può chiamare la sua *posizione magnetica*.

Secondariamente quando i movimenti dell'ago sono limitati ad un dato piano particolare, la sua posizione di equilibrio è quella che maggiormente avvicinasi alla posizione magnetica relativamente alle condizioni delle cose: può essere nondimeno situata in un piano che passi attraverso la posizione magnetica e sia ad angolo retto col piano di rivoluzione.

In terzo luogo se il piano di rivoluzione è perpendicolare alla posizione magnetica l'ago sarà in istato di equilibrio per riguardo alle forze esercitatevi dalla calamita in tutte le sue posizioni. Così questo piano può dirsi il *piano di neutralità*. Quando, per esempio, l'ago giri sopra un asse verticale posto nella stessa linea che l'asse della calamita, i suoi movimenti sono limitati ad un piano verticale perpendicolare alla sua posizione di equilibrio. In questo caso l'ago non ha alcuna tendenza ad assumere una data posizione di preferenza ad un'altra di quel piano.

Incoercibilità del magnetismo. Si è veduto negli articoli CALAMITA tante volte citati, come le forze attrattiva e ripulsiva di essa attraversino liberamente tutte le sostanze che vi si oppongono, ad eccezione di quelle suscettibili di acquistare proprietà magnetiche pur esse, le quali però sembra che influiscano solo perciò che sotto l'azione della calamita elleno stesse si magnetizzano, e danno effetti loro propri. Siccome tuttavia abbiamo detto (pag. 185) le sostanze magnetiche essere più numerose assai che noi si credesse, necessaria conseguenza ne viene essere pure più numerosa che non si riputasse altra volta la serie di quelle sostanze che interposte affievoliscono od intercettano in parte l'azione del magnetismo, e ne fanno prova quegli esperimenti relativi al magnetismo di rotazione che in addietro vennero da noi riferiti (pag. 190).

Influenza del calore sulle calamite. Essendosi veduto (pag. 188) che, secondo Faraday, tutti i corpi sono magnetici, ma solo a temperature diverse, e sapendosi, per esempio, che il cobalto perde il suo magnetismo al calore rosso bianco più vivo, il nichelio a 350° ed il manganese dai 20° ai 25°, è naturale il supporre che anche sulle calamite naturali od artificiali, sul ferro dolce e sull'acciaio, sostanze eminentemente facili a magnetizzarsi, la influenza del calore non dovesse essere indifferente. Ciò di fatto verificossi con esperienze, i principali risultamenti delle quali riassumeremo.

Non venne per anco chiaramente determinata la precisa natura della influenza che tiene il calore sopra il magnetismo, ed assai diversi sono i pareri degli autori in questo proposito. Sembra che ciò sia derivato in gran parte dal non essersi fatta la dovuta attenzione alla circostanza che l'azione del calore è di due sorta, poichè mentre da una parte facilita la induzione del magnetismo, dall'altra indebolisce la azione magnetica. In quei casi adunque nei quali gli effetti dipendono dalla facilità con cui il ferro riceve il magnetismo per induzione, il calore torna favorevole, e vedremo pertanto, a cagione d'esempio, che il ferro dolce è più disposto ad essere attratto dalla calamita quando è caldo, purchè nol sia eccessivamente, di quello che quando è freddo. Parimenti se una spranga di acciaio viene riscaldata, quindi

posta in circostanze favorevoli all' induzione magnetica, come sarebbe vicina ad una calamita, e quindi raffreddata subitamente trovasi che ritiene un forte e permanente magnetismo dopo allontanata dalla calamita. Il maggior grado di magnetismo producesi in fatto arroventando l' acciaio, e tuffandolo prontamente in acqua fredda per temperarlo, mentre è sotto l' influenza della calamita. All' opposto la azione del calore sul magnetismo permanente vedremo essere quella di indebolirlo o distruggerlo, cosicchè l' acciaio quando è riscaldato è meno capace di conservar la sua forza che quando è freddo. Sembra adunque che venga ridotto per la separazione delle sue particelle in una condizione più analoga a quella del ferro dolce. Vedremo pure perciò che quando la temperatura è elevata abbastanza, come, per esempio, al calore rosso bianco, si può distruggere tutto il magnetismo permanente di una calamita, abbenchè questa sia nullameno nel caso di ricevere per induzione un magnetismo temporario e passaggero, e di essere quindi attratta da un' altra calamita.

Da queste generalità discendendo ai particolari, esamineremo dapprima i fenomeni che per l' influenza del calore si presentano nel ferro dolce od anche nell' acciaio non magnetizzato, in quei corpi, cioè, dove, secondo la teoria dei due fluidi, trovansi questi combinati in maniera che a vicenda si neutralizzano. Queste sostanze hanno, come dicemmo, per caratteristica proprietà, in quanto si riferisce al loro magnetismo, quella di venire attratte indifferentemente da qualsiasi polo di una calamita, senza che mai presentare possano indizio di ripulsione. Ora questa loro qualità od attraibilità sembra in generale riconosciuto che fino ad un certo limite accrescasi pel calore, ed ora vedremo con quali leggi.

Il padre Kircher annunziato aveva che il ferro agiva sopra una calamita tanto a caldo che a freddo, ed invece Newton affermato aveva il ferro caldo essere affatto sprovveduto di ogni magnetica proprietà. Cavallo aveva osservato che le contraddizioni fra questi risultamenti dipendevano dall' essersi fatte le osservazioni a differenti gradi di calore, ed annunziò che il ferro portato al calore rovente aveva sulla calamita un effetto maggiore che quando era freddo ed uno molto minore al rovente bianco. Scoresby aveva fatto la stessa osservazione, poscia Barlow avendo ripresi quegli esperimenti, trovò la vera cagione di quei contradditorii risultamenti; altri studii su questo proposito fecero pure Kupffer e Christie. Abbiamo riferito alla pagina 184 la differente forza magnetica trovatasi da Barlow in varie specie di ferro e di acciaio. Estese egli quegli esperimenti anche a diverse temperature e fatte perciò riscaldare, al bianco rovente spranghe di ferro, d' acciaio e simili, di uguali dimensioni, e provandole come nell' esperienza indicata nel luogo citato, trovò che il ferro fuso, il quale alla temperatura ordinaria aveva la forza magnetica più debole, come può ivi vedersi, acquistò forza tre volte maggiore e superò gli altri al calor bianco rovente, e che il ferro dolce, il quale era il più forte di tutti, divenne il più debole quando fu caldo, e terminò col non avere più alcuna azione sull' ago dappoichè venne riscaldato a bianchezza. Questa azione era all' opposto intensissima al calore rosso di sangue. Vide inoltre avervi fra il calore rosso brillante, e quello rosso una temperatura intermedia, alla quale l' azione magnetica ha luogo in senso opposto; vale a dire che se si mettono l'ago e la spranga per modo che la cima norte dell' ago sia attratta dal ferro a freddo, questo stesso ferro attrarrà la cima sud aumentandone la temperatura.

Per conoscere tutte le circostanze di

questo fenomeno Barlow pose l' ago all' ovest della spranga, circa a 4 pollici al disotto della sua estremità superiore e circa 6 pollici e mezzo distante. Al calore bianco la spranga non ebbe sull' ago alcuna azione sensibile; al calore rosso di sangue l' ago fu deviato di 70 gradi. Sollevando la spranga per guisa che la sua estremità fosse innalzata di 4 pollici al di sopra del piano della bussola, si ottennero dapprima i medesimi risultamenti; ma tosto che la spranga raffreddandosi divenne rossa di sangue l' azione fu molto intensa, e ad una temperatura intermedia fra le due altre si produsse una deviazione di 4 gradi e mezzo in senso opposto che durò circa 2 minuti. Essendosi innalzata di 6 pollici la spranga, la deviazione fu di 10 e mezzo e rimase fissa ugualmente per 2 minuti; in seguito l' ago cedè alla azione ordinaria del ferro, e fece un movimento di 81° in senso opposto.

Da queste esperienze risulta che l'azione anomala della spranga alla temperatura intermedia fra il rosso bianco ed il rosso di sangue presenta il singolare carattere di aumentarsi a misura che si innalza la spranga al disopra dell' ago, mentre invece ad una bassa temperatura l' azione di una spranga di ferro, nelle medesime circostanze, va sempre diminuendo. Se si mette la bussola all' altezza del centro della spranga riscaldata fino alle temperature anomale, il più leggero spostamento basta perchè la deviazione cangi di natura e di valore.

Il Barlow assoggettò all' esperienza due spranghe di ghisa e di ferro malleabile, lunghe ciascuna 25 pollici e di un pollice e 1/4 di lato, non che due altre spranghe della stessa natura e dimensione che furono costantemente mantenute alla temperatura ordinaria per servire di confronto. La durata delle esperienze era di un quarto di ora; il calore bianco era mantenuto per tre minuti; poscia manifestavansi le azioni anomale che trasportavano l' ago secondo i casi a 15, 20, 30 e 40° fuori dalla posizione naturale. Due minuti dopo cominciavasi ad osservare gli effetti dell'attrazione ordinaria del ferro, la quale talvolta giugneva subitamente al suo massimo, tal altra aumentava gradatamente. Esaminando il quadro delle esperienze dato da Barlow, vi si vede che l' attrazione negativa era più forte dove l' attrazione naturale era la minore, cioè a dire sul lato opposto della metà della spranga nel piano di non attrazione.

Barlow fece pure una esperienza con una palla da 24; ma il calore n' era troppo intenso per poter riguardare come ben sicure le deviazioni prodotte. Diede tuttavia i numeri seguenti. Attrazione a freddo + 13°, 30′; calor rosso — 3°, 30′; calore bianco 0°; rosso di sangue + 19°, 30′.

Riscaldando alcune spranghe di rame di alquanto maggiore dimensione delle precedenti al più alto grado di temperatura che potesse sostenere il metallo, ed avvicinandole quindi all' ago non si potè riconoscervi la menoma azione valutabile sopra di quello, dietro a che non può ammettersi che negli esperimenti fatti da Barlow, il calore operasse indipendentemente dal ferro cui si era applicato.

Per ispiegare queste anomalie, il Barlow suppone che durante il raffreddamento delle spranghe le estremità, dove questo raffreddamento è più rapido, divengano magnetiche prima del resto del metallo, e che ne risulti così un genere di azione complessa. Confessa tuttavia egli medesimo che questa supposizione non ispiega abbastanza tutti i fenomeni da lui osservati.

Kupffer diede la seguente spiegazione dei fenomeni del ferro incandescente. Nelle spranghe debolmente calamitate i punti di indifferenza sono molto vicini alle cime;

ora nell' esperimento di Barlow il magnetismo comunicato al ferro dolce dalla azione della terra essendo nullo al rosso brillante e giugnendo al suo massimo al rosso oscuro, formasi probabilmente un punto di indifferenza ad ogni estremità della spranga. Se ciò accade, ogni poco che l' ago sospeso allontanisi da queste estremità ricade sopra punti che sono posti al di là del punto di indifferenza e che posseggono un magnetismo opposto a quello della cima medesima. Al primo momento del raffreddamento il magnetismo opposto a quello della cima dee anche aumentarsi fino ad un certo grado, tanto più che si va riavvicinandosi maggiormente alla metà della spranga. A misura però che aumenta la forza della spranga, il punto di indifferenza riavvicinasi al mezzo, e tutto rientra nell' ordine dei soliti fenomeni.

Matteucci esperimentò anche l' effetto di un forte grado di freddo sul ferro dolce nel modo seguente. Prese egli un filo di questo ferro, lungo $0^m,222$ e del diametro di 2 millimetri, e fattolo scorrere su tutta la lunghezza dell' ago alla distanza di 41 millimetri, trovò che poscia faceva le stesse oscillazioni di prima, lo chè mostrava non aver desso acquistato alcun grado sensibile di magnetismo. Introdusse allora il filo di ferro dolce in un grosso tubo di vetro, nel quale erasi portata la temperatura a — 12°,5 centigradi con un miscuglio di ghiaccio e sale. Poscia lo passò ad uguale distanza di prima innanzi all' ago calamitato. Osservò quindi che quest' ago, il quale faceva 68 oscillazioni in un minuto, stando in faccia ad un punto distante $0^m,063$ dalla cima superiore del filo, ne faceva 74 nel tempo stesso. Ad uguale distanza dalla altra estremità faceva l' ago lo stesso numero di oscillazioni; in mezzo poi della spranga non avvenne alcun cangiamento nel numero delle oscillazioni fatte dall' ago in faccia a quel punto. Abbandonatosi l' apparato a sè stesso, dopo otto ore, essendosi stabilita la temperatura siccome prima, l' ago non faceva più che lo stesso numero di oscillazioni in faccia a tutti i punti del filo. Ciò dimostrava che una spranga di ferro dolce raffreddata a — 12°,5 acquistava le proprietà di un debole magnetismo che perdeva poi riprendendo la primitiva temperatura, cioè che il raffreddamento del ferro non magnetizzato vi svolge del magnetismo, o piuttosto lo rende più facile a magnetizzarsi.

Sulle calamite è ancora più importante a considerarsi l' azione del calore, ed è in gran parte diversa da quella che ha luogo sul ferro dolce, imperocchè, mentre abbiamo veduto esservi in quello un aumento di capacità pel magnetismo fino ad un certo grado, nelle calamite invece sembra avvenire l'opposto, ed esservi, cioè, costantemente diminuzione di forza magnetica quando la temperatura si innalza. Un qualche cenno su questo genere di influenza, diedesi in questo Supplemento all' articolo CALAMITA (T. III, pag. 139). Ma non sarà qui inopportuno il trattarne alquanto più estesamente.

Esaminando primieramente quanto avvenga delle calamite alle temperature inferiori a quelle ordinarie dell' atmosfera, avevasi in vero un tal fatto il quale sembrava contrario alla massima che abbiamo esposta qui sopra, inducendo a credere che con un freddo assai forte le calamite scemassero gradatamente di forza magnetica, se pure non la perdevano del tutto. Il fatto di cui parliamo è quello del capitano Ellis, riferito nell' articolo CALAMITA del Dizionario (T. III, pag. 211), il quale trovò insensibile l' ago magnetico nella baia di Hudson. Nelle Transazioni filosofiche del 1738 (n.° 449, pag. 310), trovasi notato lo steso fenomeno dal Midleton, il quale dice averlo più volte osservato

passando attraverso i ghiacci di quella baia, essendo il magnetismo talmente distrutto che anche nei massimi movimenti del vascello gli aghi rimanevano immobili e restavano in quella direzione che loro si dava col dito. Egli dice che solo dopo aver lasciato le bussole vicino al fuoco per un quarto di ora riprendevano la prima attività, e che dovette usare questo espediente di mutarle di mezz'ora in mezz'ora, nel qual modo gli servirono come per qualsiasi altro viaggio. Assicura aver dovuto usare siffatta diligenza fino a 100 leghe distante dalle coste, ove divenne superflua. Egli dice che le sue bussole erano eccellenti e non avevano olio di sorta al punto di sospensione. Per quanto sembrino degne di fede queste asserzioni, gli esperimenti di vari fisici vi stanno contro, a meno che la immobilità degli aghi non dipendesse da qualche altra causa locale, cui, a dir vero, non si comprende troppo come l'aiuto del fuoco potesse metter riparo. Christie insieme con Faraday per provare gli effetti del freddo sulle calamite avvilupparono un ago magnetico in un pannolino inumidito con solfuro di carbonio e lo posero insieme ad un bacino pieno di acido solforico sotto la campana di una macchina pneumatica. Trovarono che la intensità del magnetismo nell'ago aumentavasi al punto più basso cui la temperatura si potè in quella guisa ridurre, e che diminuiva all' opposto con l'ammettersi l'aria nella campana, e quando per conseguenza la temperatura interna innalzavasi. Anche il Matteucci trovò che una spranga magnetica aumenta di intensità raffreddandosi da 25° centigradi a 0°, e da 0° a — 12°,5.

Dietro in vero il modo, come abbiamo spiegato (pag. 239), l'azione del calore sulle calamite e sul ferro dolce, e dietro quanto dicemmo sulla differenza d' effetto che ha luogo nell' acciaio temperato e nel ferro, (pag. 240), egli è chiaro dovere il calore tendere ad avvicinare la natura dell' acciaio a quella del ferro, ed a render più libero il movimento in esso del magnetismo, il quale pertanto meno fortemente obbligato da quella causa qualsiasi che col nome di *coercibilità* si distingue, tende a riprendere lo stato naturale ossia quello neutro. Se il calore giugne ad un certo punto, permette bensì che si allentino alquanto gli effetti di questa forza, ma non che dessa sia vinta, ed allora col raffreddamento la calamita torna nello stato di prima: se invece il calore passa quel limite, e la forza di coercibilità rimane vinta dalla naturale attrazione dei due fluidi nelle particelle del corpo, la calamita scema di forza anche dopo raffreddata o rimane smagnetizzata del tutto. Con questi semplicissimi principii ci sembra potersi spiegare questi fatti, che sono quelli appunto che si notarono con l' esperienza, come ora vedremo.

Si è detto nell' articolo Calamita sopraccitato di questo Supplemento, come Gilbert avesse già osservato la influenza di un' alta temperatura per ismagnetizzare le calamite. Canton aveva anch' esso osservato che se la temperatura di una calamita si innalza soltanto fino al grado dell'acqua bollente, benchè perda molto della sua forza, durante l' operazione ne ricupera una gran parte col raffreddamento; ma che dopo essere stata arroventata più non riprende il suo magnetismo quando è fredda. Kupffer avendo fatto oscillare a varie temperature un ago calamitato orizzontale liberamente sospeso, conobbe dapprima che la intensità della forza magnetica di quello andava scemando a misura che la temperatura innalzavasi, e che nell' intervallo da 0° a 30° Reaumur, ogni grado di calore aumentava di un mezzo secondo la durata di 300 oscillazioni del suo ago. Non avendo però potuto determinare con esattezza a quel modo la legge

del decrescimento delle forze magnetiche, perciò che le sue osservazioni abbracciavano un numero troppo ristretto di gradi di temperatura, ricorse ad un altro metodo. Avendo posto una spranga magnetizzata di recente sotto ad un ago liberamente sospeso, le oscillazioni naturalmente divennero più rapide dappoichè si facevano in forza dell' azione magnetica e di quella della spranga. Quindi l' ago che faceva 300 oscillazioni in 742″ a 13° di temperatura, compiva lo stesso numero di oscillazioni in 429″ quando era posto al disopra della spranga. Venne questa immersa in una vaschetta di rame, la cui temperatura si portò fino ad 80°, e si tenne sempre conto del numero di secondi che l'ago impiegava per fare le 300 oscillazioni.

Dai risultamenti ottenuti trasse il Kupffer le conseguenze qui appresso: che la intensità della forza magnetica scema col calore; che una spranga calamitata alla temperatura di 13°, riscaldata fino ad 80° poi raffreddata, più non riprende la stessa forza magnetica che aveva prima, ma una minore. Dietro varie esperienze ed osservazioni concluse da ultimo che la durata di 300 oscillazioni nell' intervallo da 0° a 30° aumenta di 0″,5 per ogni grado di calore; che gli aumenti della durata sono presso a poco proporzionati agli accrescimenti della temperatura nell' intervallo da 0 a 80°. Determinò in appresso la legge della diminuzione del magnetismo col calore, e trovò che le diminuzioni delle forze di una spranga stavano in ragione diretta degli aumenti del calore. Il Kupffer dà una formula per fare le correzioni necessarie e ricondurre la durata delle oscillazioni alla stessa temperatura. Duperrey crede che abbiasi ad osservare a due temperature diverse in ogni stazione di un viaggio, attesochè il coefficiente ammesso dal Kupffer non è sempre costante per un medesimo ago, la temperatura agendo tanto sul magnetismo terrestre che su quello dell' ago. Quindi, a suo credere, il coefficiente dee comporsi di due correzioni, l' una invariabile e dipendente dall' ago il cui magnetismo non varia, l' altra che varia con l' intensità magnetica secondo il luogo ove si fa la osservazione.

Christie occupossi anch' esso dei cangiamenti che prova la intensità magnetica quando si varia la temperatura; ma il metodo analitico onde egli servissi non fu così semplice come quelli di Coulomb e di Kupffer; cercheremo tuttavia di darne una idea. Partì egli dal principio che le azioni esercitate da due calamite sopra una terza liberamente sospesa possono riferirsi a quelle di due centri posti in ciascuna di esse vicini alle loro cime, e che per ogni polo di una delle calamite gli altri poli dell'altra sono l' uno attratto l'altro rispinto con una energia che varia in ragione inversa del quadrato delle distanze. Stabilì una formula, nella quale si trovano le intensità delle spranghe e le deviazioni dell' ago, e mediante la quale si possono stabilire le variazioni dell' intensità a motivo della temperatura.

Ecco in qual modo abbia disposto il congegno onde servissi pei suoi sperimenti. Cominciò dallo stabilire una linea meridiana sopra una tavola fissata solidamente, e vi pose al di sopra una bussola in guisa che la estremità dell' ago rispondesse allo zero della scala. Mise poscia due calamite coi poli opposti di contro in due vasi di terra, fissati anch' essi sulla tavola con pezzi di legno rettangolari. Da questi pezzi di legno uscivano piccole lamine di rame, su ciascuna delle quali era segnata una linea che indicava la posizione dell' asse della calamita. La distanza orizzontale della estremità sagliente di ciascuna di queste lamine da quella delle calamite poste nel vaso era di tre pollici; potevasi quindi determinare con esattezza

la distanza dal centro della calamita a quello dell' ago. Le linee di riscontro delle lamine coincidevano con la linea meridiana. Essendosi riempiti di acqua i vasi, le calamite dovettero acquistare la temperatura di quella che veniva indicata da un termometro, la cui palla poggiava sul polo della calamita più vicino al centro dell' ago. Dopo avere determinate le temperature, osservava nella direzione dell' ovest a qual punto l' ago venisse mantenuto in equilibrio dall' azione simultanea della terra e delle due calamite ; poscia, mediante una calamita debolissima presentata convenientemente, conduceva l' ago fino al punto di equilibrio posto all' est. Adoperava lo stesso metodo per condurlo al punto sud, e notava in pari tempo la temperatura della calamita sud. Innalzava od abbassava la temperatura dei vasi mediante l' aggiunta di nuova quantità di liquido, e lasciava passare il tempo conveniente perchè le calamite acquistassero la temperatura dell' acqua.

Avendo in tal guisa osservate le variazioni della intensità magnetica per un grado di Fahrenheit da 59°,05 a 77°,05 le trovò di 0,1226 a termine medio. Riconobbe che nelle calamite da lui assoggettate all' esperienza, e che, alla temperatura di 60° F., avevano l' intensità di 218, un cangiamento di un grado ne produceva uno di 0,123 nella loro intensità. Supponendo adunque la intensità delle calamite uguale ad uno, ogni grado di aumento nella temperatura, produrrebbe una diminuzione nella intensità di 0,000564. Osserva che diviene quindi indispensabile ogni qualvolta si voglia dedurre la intensità magnetica della terra dalle oscillazioni di un ago di operare alla stessa temperatura, o per lo meno di fare le correzioni volute dalle differenze di essa.

Christie trovò che per un dato aumento di temperatura la diminuzione di intensità non era costante a tutti i gradi, ma la differenza cresceva progredendo. Partendo da 80° F. a misura che la temperatura si innalza la intensità decresce rapidamente, in tal guisa che se fino a quella temperatura le differenze nelle diminuzioni sono presso a poco costanti, al di là di essa vanno invece aumentando. Oltre ai 100° la calamita perde per sempre una parte della sua potenza. Quando varia la temperatura la maggior parte dell' effetto che esercita questo cangiamento nell' intensità della calamita ha luogo in modo istantaneo, lo che Christie ritiene come una prova che la forza magnetica risieda alla superficie. Questo fenomeno è particolarmente osservabile quando la temperatura si innalza, poichè, quando all' opposto si abbassa, quantunque l' effetto principale abbia luogo in modo istantaneo, la calamita sembra per qualche tempo continuare a crescer di forza.

Il Matteucci diedesi anche egli a studiare la influenza del calore sulle calamite, ed ecco in qual modo esponga i risultamenti da lui ottenuti, e come descriva il metodo in queste esperienze adoperato. « In una piccola cassetta, dice egli, con le pareti di vetro ho fatto discendere un ago calamitato a saturazione, e sospeso ad un filo di seta qual esce dal bozzolo. Gli aghi da me adoperati erano lunghi 14 millimetri, larghi appena mezzo millimetro, e fatti di molla d' orologio. Per un altro foro, disposto pure alla parete superiore, faceva discendere alla distanza dall' ago di quattro a cinque centimetri una verga di acciaio calamitata. La lunghezza di queste verghe era di 23 a 24 centimetri, il loro diametro però non è mai stato più di due millimetri, giovandomi ciò, senza recarmi d' altra parte alcun inconveniente, a far loro prendere tosto la temperatura cercata.

» Non erano che debolmente temperate ed erano magnetizzate col metodo del doppio contatto. Infine, conosciuto con un orologio a secondi il numero delle oscillazioni che faceva l' ago esposto all' azione della terra, e quello poi allorchè trovavasi in faccia alla verga calamitata, io determinava le intensità magnetiche dello stesso punto della verga in due o più stati diversi, o di più punti con la formula

$$\frac{M' - M}{M'' - M} = \frac{N^{a'} - N^{a}}{N^{a''} - N^{a}}.$$

» Ciò disposto cercai prima che altro di scoprire se, all' incontro degli effetti del riscaldamento su di una calamita, il raffreddamento aumentasse le intensità magnetiche. Questo risultamento non poteva in fatti dedursi dall' azione contraria del riscaldamento; poichè, se per l' azione del calore sopra una calamita segue in questa una diminuzione di forza coercitiva, e quindi una ricomposizione dei fluidi magnetici, non può per questo concludersi che il raffreddamento quantunque aumentando la forza coercitiva, debba poi promuovere una nuova decomposizione dei fluidi magnetici. Ho inoltre tentato di scorgere il rapporto che esisteva fra questi cangiamenti di intensità magnetica, e i diversi gradi di calore. Per giugnere a questo scopo ho disposto l' apparecchio nella maniera seguente. La verga calamitata era lunga $0^{m},23$ e di un millimetro di diametro; l' ago in 60″ faceva 66 oscillazioni sotto l' azione della terra. Sotto l' azione poi di un punto della verga lontano $0^{m},063$ dal polo norte, le oscillazioni erano 102 in 60″ alla temperatura di + 25° C. Ecco i risultamenti ottenuti esponendo la verga per 15 o 20 minuti ad una data temperatura, e ponendola ad oscillare in faccia all' ago, sempre alla stessa distanza.

Numero delle oscillazioni fatte dall' ago in 60″	Temperatura alla quale la verga è stata esposta per 15 minuti	Distanza dal polo norte del punto della verga ch' è nel prolungamento dell' asse dell' ago
105	— 12, 5.° C.	$0^{m},063$.
104	0.° C.	$0^{m},063$.
102	+ 25.° C.	$0^{m},063$.
100	+ 50.° C.	$0^{m},063$.
98	+ 75.° C.	$0^{m},063$.
96	+ 100.° C.	$0^{m},063$.

» Il solo esame dei risultamenti in questa tavola contenuti mostra ad evidenza: 1.° che realmente una verga magnetica raffreddata aumenta d' intensità; 2.° spiega la legge che questi aumenti e decrementi di intensità seguono in rapporto ai diversi gradi di temperatura, e che può esprimersi dicendo, che negli esaminati limiti di temperatura, cioè da — 12,5° C. a + 100° C. lo stesso numero di gradi cangia di una eguale quantità il numero delle oscillazioni fatte in un tempo stesso; risultamento conforme a quello che Kupffer aveva con un piccolo numero di esperienze trovato. »

Dopo avere così mostrata la legge di questi fenomeni, indica il Matteucci gli elementi che vi hanno la principale influenza. Sono questi, 1.° il grado di intensità magnetica; 2.° la diversa struttura fisica del corpo calamitato. « Mi sono infatti assicurato, continua, che questi cangiamenti di intensità magnetiche prodotti dai diversi gradi di calore sono proporzionali al grado d' intensità magnetica del corpo; ed ecco nella tavola che segue i risultamenti delle esperienze a questo fine tentate. La verga era in tal caso lunga $0^m,203$ e di un millimetro e mezzo di diametro; non era che debolmente temperata, ed era magnetizzata col doppio contatto, ma non a saturazione. L' ago faceva 60 oscillazioni in 60 secondi, ed era alla distanza di $0^m,301$ dal punto attivo della verga magnetica.

Distanza del punto attivo della verga dal polo norte	Numero delle oscillazioni	Temperatura	Intensità magnetica	Distanza del punto attivo della verga dal polo norte	Numero delle oscillazioni	Temperatura	Intensità magnetica	Distanza del punto attivo della verga dal polo norte	Numero delle oscillazioni	Temperatura	Intensità magnetica
0^m,065	98	+19°C.	6104	0^m,065	104	0.° C.	7216	0^m,065	92	+100° C.	4864
0^m,075	95	id.	5425	0^m,075	100	id.	6400	0^m,075	88	id.	4144
0^m,085	92	id.	4864	0^m,085	96	id.	5596	0^m,085	82	id.	3124
0^m,095	89	id.	4321	0^m,095	92	id.	4864	0^m,095	76	id.	2176
0^m,105	82	id.	3124	0^m,105	84	id.	3456	0^m,105	74	id.	1876

» L' influenza poi della tempera o della struttura fisica dell' acciaio su questi cangiamenti di intensità magnetica pel calore non è meno sensibile ; ed ho potuto assicurarmi che quanto più questa tempera era dura, tanto meno forti erano questi cangiamenti d' intensità, ed un più lungo tempo impiegavano a stabilirsi. Una spranga in fatto di molla d' orologio, in faccia a un dato punto della quale l' ago faceva a + 25° C. 76 oscillazioni in 60″, non giunse che dopo 25 minuti a far fare all'ago 75 oscillazioni nel tempo stesso, e nella stessa posizione della spranga. Vedesi pure egualmente, confrontando le due tavole, come questi cangiamenti ad eguali intensità sieno stati più forti per la spranga debolmente temperata.

» Dopo ciò farò notare che queste variazioni d' intensità magnetiche, prodotte dall' azione del calore, non pervengono al loro massimo grado tosto che la spranga ha preso una data temperatura ; anzi le ho sempre vedute non giugnere a questo punto che dopo essere state per dieci o quindici minuti in questa temperatura, risultamento che Kupffer stesso aveva trovato. Inoltre poi questi effetti del calore sul magnetismo, almeno negli studiati limiti di temperatura, non sono già fissi, ed ho sempre osservato che dopo un tempo più o meno lungo le verghe magnetiche riprendevano la loro prima intensità : così le verghe delle tavole erano dopo 15 ore come prima.

» Dai fatti fin qui notati il Matteucci conclude :

1.° Che il raffreddamento aumenta la intensità magnetica come il riscaldamento la diminuisce.

2.° Che questi cangiamenti, nei limiti studiati di temperatura, si fanno in eguale quantità per uno stesso numero di gradi di calore.

3.° Che la intensità magnetica, e la struttura fisica del corpo, sono i principali elementi di questo fenomeno.

4.° Che questi cangiamenti non sono che temporarii, nei limiti indicati di temperatura.

5.° Che il raffreddamento del ferro non magnetizzato vi svolge del magnetismo, o piuttosto lo rende più facile a magnetizzarsi. »

Gauss, il quale diede agli apparati magnetici una sensibilità sconosciuta dapprima, dovete cercare i mezzi di correggere gli effetti dovuti alle differenze della temperatura, i quali erano più sensibili coi suoi apparati che con gli altri.

Sapevasi la relazione che esiste fra il magnetismo di una spranga, e la sua temperatura non rimanere sempre la stessa. Dopo un certo tempo è duopo misurare di bel nuovo il grado di magnetizzazione della spranga, trovandosi allora che la stessa spranga alla medesima temperatura non ha più lo stesso magnetismo di prima. Gauss assoggettò di nuovo tale quistione ad esame rigoroso, quantunque di raro succeda che occorra una esatta correzione nel magnetismo dell' ago per la temperatura, attesochè la determinazione della forza magnetica terrestre, si può ottenere indipendentemente dai cangiamenti prodottisi nel magnetismo dell' ago : tuttavia occorrono le correzioni per la temperatura allorquando cercasi il magnetismo di una spranga calamitata, o quando si voglia paragonare il magnetismo terrestre in luoghi e tempi diversi, senza ricorrere a misure assolute, ma più particolarmente per le osservazioni delle variazioni diurne della intensità del magnetismo terrestre fatte col MAGNETOMETRO a due fili (V. questa parola).

Rimprovera il Gauss ai metodi seguiti dal Kupffer, da Christie e da Matteucci di non essere abbastanza sensibili e di non dare risultamenti di rigorosa esattezza ;

inoltre li considera come poco applicabili alle spranghe calamitate, attesa la difficoltà di modificare come si vuole la loro temperatura, e di misurarla nell' atto che oscillano. Applicò egli alla soluzione di così fatto problema il magnetometro, e dalle sue esperienze dedusse le conseguenze che seguono:

1.° Le variazioni del magnetismo di una spranga essere soggette ad altre leggi quando la temperatura sale che quando discende.

2.° La stessa spranga presentare effetti diversi secondo la intensità magnetica che possede: se questa è assai grande la spranga lo ritiene ostinatamente, ed il cangiamento di temperatura non produce che piccoli aumenti o diminuzioni; se all' opposto la intensità è debole, la temperatura vi agisce molto maggiormente.

3.° I cangiamenti simultanei di temperatura e di intensità non coincidere con l' innalzamento di temperatura, quindi ogni uno di questi innalzamenti che si produce continua per qualche tempo ad agire sulla spranga, ne scema a principio rapidamente la intensità magnetica, poscia rallenta sempre più la sua azione.

Interessanti sono gli esperimenti fatti da Kupffer posteriormente, dietro il riflesso che se la forza magnetica delle spranghe di acciaio si indebolisce quando la loro temperatura si innalza, e se all' opposto il ferro dolce magnetizzato per l'azione della terra, ed esposto ad un simile cangiamento, si calamita più fortemente, era naturale supporre che una spranga combinata di ferro dolce e di acciaio avesse a rimanersi insensibile ai cangiamenti della temperatura.

Dopo aver quindi provate parecchie combinazioni, nelle quali i pezzi di ferro dolce erano soltanto a contatto con le spranghe di acciaio senza formare un tutto con esse, e dopo avere veduto che nessuna soddisfaceva allo scopo che si era proposto, continuò le sue ricerche con una specie di acciaio misto al ferro dolce, nel quale queste due sostanze si compenetrano perfettamente. Questa specie di acciaio si fabbrica da qualche tempo nelle officine di Zlatooust, e se gli diede il nome di *boulat* perciò che somiglia per la qualità all' acciaio tanto riputato delle lamine delle sciabole orientali. Anossow, ingegnere generale delle miniere e capo delle officine di Zlatooust, fu il primo a fabbricarne in Europa dietro un metodo suo proprio. Assoggettaronsi all' esperienza spranghe di questo acciaio lunghe due piedi, larghe un pollice e mezzo e grosse 4 linee, e si trovò che la forza magnetica di alcune di queste spranghe rimaneva costante a tutte le temperature; altre col crescere della temperatura si indebolivano, ma molto meno dell' acciaio comune; finalmente altre divenivano anche alcun poco più forti. Già si intende che le spranghe eransi prima riscaldate e raffreddate più volte entro certi limiti, sapendosi che ogni spranga recentemente magnetizzata prova a principio quando varia la sua temperatura una perdita reale di magnetismo, sicchè trovasi indebolita quando ritorna alla sua temperatura iniziale. Allorchè però venne alternativamente riscaldata e raffreddata più volte fra gli stessi limiti la perdita diviene nulla, e la spranga da ultimo torna sempre alla stessa intensità. Kupffer chiama *costanti* queste spranghe ed è a quelle di simile fatta che può applicarsi soltanto quanto si è detto delle proprietà dell' acciaio boulat. Non bisogna dimenticarsi tuttavia che anche queste spranghe costanti non sono tali che fra certi limiti di temperatura; quando si riscaldano al di là dei quali perdono sempre della loro forza, non eccettuate neppure quelle che con un innalzamento di temperatura nei limiti stabiliti divengono più forti.

Senza entrare nei particolari del modo di esperimentare tenuto dal Kupffer, il quale era tale da dare grande esattezza alle osservazioni, presenteremo i risultamenti cui le fatte ricerche il condussero.

1.° Una spranga di acciaio calamitata recentemente perde sempre della sua forza ogni qualvolta si riscalda o si raffredda. Se per altro questi cangiamenti di temperatura si sono prodotti più volte, e sempre fra gli stessi limiti, la forza della spranga diviene costante, cioè a dire, torna sempre allo stesso valore quando torna alla stessa temperatura, purchè non si oltrepassino certi limiti. Allorchè questi sieno oltrepassati, vi è nuovamente perdita di forza magnetica. Le spranghe di acciaio temperato non giungono ad una forza costante che dopo un grandissimo numero di alternative di calore e di freddo.

2.° Quando la forza di una spranga di acciaio calamitata è divenuta costante fra certi limiti di temperatura, ordinariamente scema di forza quando la temperatura si innalza, e cresce quando questa si abbassa, e ciò proporzionalmente ai cangiamenti di temperatura. Il massimo decrescimento che abbia provato la unità dell' intensità delle spranghe magnetiche innalzando la loro temperatura di un grado di Reaumur fu nelle esperienze di Kupffer di 0,00286. Ma questo valore varia estremamente da una spranga all' altra, la sua più ordinaria misura essendo da 0,001 a 0,0008.

3.° Quando si calamita la stessa spranga a diversi gradi, si trova la influenza del calore essere tanto maggiore quanto più è piccola la intensità delle forze magnetiche. Per una spranga di acciaio temperato e fatto rinvenire fino all' azzurro, il decrescimento che provò la unità dell' intensità delle forze magnetiche per un grado di Reaumur fu di 0,0014 quando la spranga faceva dieci oscillazioni in 69″, e di 0,0024, quando faceva dieci oscillazioni in 93″. Dietro questa esperienza, sembra che il decrescimento sia proporzionalmente inverso alla intensità magnetica della spranga.

4.° Esistono spranghe formate di un miscuglio di acciaio e di ferro dolce per le quali l'effetto è negativo, le quali, cioè, dopo essere giunte allo stato di costanza aumentano di intensità quando se ne innalza la temperatura. È adunque possibile produrre spranghe a compensazione per le quali la temperatura sia indifferente, e Kupffer ne possede una la intensità della quale non muta sensibilmente, facendone variare la temperatura fra i limiti di 0° e + 40°. Egli confessa non essere giunto puranco a produrre regolarmente queste spranghe, ed essere il caso soltanto che gli procurò quella di cui parliamo; ma possederne parecchie che danno variazioni assai piccole, come, per esempio, di 0,0001 per un grado Reaumur, il che fa soltanto un grado della scala del magnetometro a due fili.

5.° La tempera diminuisce il valore delle variazioni; ma siccome le spranghe temperate assai dure si calamitano sempre più debolmente delle spranghe di acciaio fatte rinvenire, e siccome abbiamo veduto che quando la intensità di una spranga diminuisce, si aumenta il valore delle variazioni che la temperatura vi cagiona, così per ordinario non si guadagna nulla neppure da questo lato con una tempera molto forte.

Era interessante altresì di esaminare i cangiamenti che avvengono nel magnetismo di una spranga allorquando se ne riscalda una delle cime soltanto. Kupffer, che fece anche intorno a ciò interessanti ricerche, trovò che la intensità della forza magnetica si indeboliva, e che la distribuzione del magnetismo provava un qualche cangiamento. Riconobbe inoltre che il punto di indifferenza allontanasi dal punto

riscaldato, vale a dire dal polo la cui forza magnetica diminuisce. Per osservare questo fenomeno mettesi una spranga calamitata di fianco, ed in direzione paralella ad un ago sospeso orizzontalmente coi poli opposti di contro. L' ago non rimane nel meridiano magnetico se non in quanto il suo punto di indifferenza, e quello della spranga, si trovino sopra una stessa linea perpendicolare all' ago, alcune prove bastando a trovare questa posizione. Per poco che il punto d' indifferenza si riavvicini ad uno dei poli dell' ago, quando si sposta la spranga sempre nella stessa direzione, questo polo si trova rispinto, imperocchè il polo opposto dell' ago è attratto con più forza dal polo corrispondente della spranga che se gli è riavvicinato mentre l' altro si è invece allontanato. Se ora supponesi che siasi riscaldato il polo boreale della spranga, il polo australe dell' ago che vi era di contro viene tosto attratto lo chè mostra il punto di indifferenza essersi allontanato dal polo riscaldato, cioè da quello la cui forza magnetica venne diminuita, il che è conforme alla legge di Coulomb.

Operando invece con una spranga di ferro dolce battuto posta paralella ad un ago orizzontale, in guisa che questo non uscisse dal meridiano magnetico, la spranga trovossi calamitata per l' azione del magnetismo terrestre. Riscaldandola allora ad uno dei suoi capi, il polo dell' ago che trovavasi da quella parte era attirato invece che rispinto, come accadeva quando la spranga era calamitata. Nel caso adunque del ferro dolce calamitato per l'azione della terra, il punto di indifferenza avvicinossi all' estremità riscaldata, anzichè allontanarsene, come nelle calamite, il che concorre a provare che la forza magnetica del ferro dolce si aumenta pel calore.

Kupffer esaminò anche la quistione sotto un altro aspetto, e volle indagare altresì come si distribuisse il magnetismo libero in varie parti di una spranga, allorchè se ne fa variare la temperatura. Per sapere se la perdita era uniforme su tutta la sua lunghezza, prese un paralellopipedo di acciaio temperato, lungo 503 millimetri, largo 15 e mezzo, e grosso 5 millimetri, lo calamitò a saturazione, lo fece riscaldare, poscia lo lasciò raffreddare lentamente, e lo assoggettò quindi all' esperienza, ponendolo verticalmente a varie altezze contro ad un piccolo ago calamitato liberamente sospeso ad un sottile filo tratto dal bozzolo, contando quanto tempo questo impiegava per eseguire 50 oscillazioni nelle varie posizioni della spranga. Trovò in tal guisa che col raffreddamento la perdita non era uniforme in tutta la lunghezza della spranga, ma che era stata maggiore verso le cime che nel mezzo.

Oltre agli effetti e proprietà delle calamite conosciutissime ed incontrastabili onde abbiamo parlato fino ora, oltre a quelle di aumentare gli effetti della elettricità od anche produrli assolutamente di cui parleremo nell' articolo MAGNETO-ELETTRICISMO, vollesi da alcuni attribuire alle calamite anche effetti chimici e fisiologici intorno ai quali daremo un breve cenno, soltanto per nulla trascurare di quanto riguarda questo importante argomento.

Effetti chimici. Dacchè i fisici si occuparono dell' elettricità e del magnetismo ebbero dessi, a così dire, un presentimento che i fenomeni magnetici dovessero dipendere da una causa analoga a quella dei fenomeni elettrici, prima ancora della scoperta di Oersted. A quel modo per conseguenza che le forze elettriche producono azioni chimiche vollesi a tutta forza ottenere effetti simili con le calamite, anche quando queste non producevano quei fenomeni elettrici di cui si accenna agli articoli ELETTRO-MAGNETISMO e MAGNETO-ELETTRICISMO.

Ritter molto occupossi di esperienze intorno all' azione della calamita come forza chimica. Avendo posto un filo di ferro calamitato sopra pezzi di vetro in un piatto di maiolica con acido nitrico debole, credette vedere che il polo australe fosse più attaccato dell' altro. Prese altresì due piccole fiale ripiene di tintura di tornasole, l' una delle quali conteneva i poli australi di due aghi, l' altra i poli norte di due aghi simili, e credette vedere la ossidazione più grande in questa ultima fiala; ma nón potè tuttavia giugnere a costruire una specie di batteria con le calamite. All' articolo MAGNETISMO *terrestre* vedremo come Muschman ed Hansteen ritenessero aver ottenuto effetti chimici dalla debole azione di quello. Hanno eglino anche cercato di verificare quegli effetti con le calamite, le quali avendo magnetismo tanto più possente, dovevano naturalmente rendere quei fenomeni assai più sensibili. Trovarono in vero che l' effetto aveva luogo in un tempo quattro volte più sollecito sotto l' influenza della calamita, e che nel nitrato di argento il metallo portavasi copiosamente verso il polo sud.

Fresnel fece alcuni esperimenti con l'oggetto di decomporre l'acqua mediante una calamita: ebbe egli l' idea che si potesse produrre una corrente elettrica in un elice elettro-dinamica in cui s' introducesse una spranga calamitata. A tal fine avvolse intorno ad una spranga calamitata a ferro di cavallo coperta di seta una elice, le due cime del cui filo erano immerse in acqua leggermente acidulata. I primi tre esperimenti gli parvero confermare le sue conghietture, ed annunziò quindi all' Accademia delle scienze che aveva ottenuto indizii quasi certi dell' azione galvanica prodotta dall' influenza delle calamite; ma osservò dappoi numerose anomalie delle quali non potè scoprire le cause, e che gli fecero riguardare come dubbio ciò che eragli sembrato certo dapprima. Quello però che più lo sorprese nella seconda esperienza, fu il vedere la cima del filo che avrebbe dovuto fare la parte di polo positivo ossidarsi fortemente nell' atto che l' altra cima conservava la sua lucidezza metallica, e ciò per una intera settimana. Il capo negativo erasi coperto di un sedimento salino che suppose essere solfato di calce, il quale aveva preservato il filo della ossidazione.

L' abate Rendu, professore di fisica a Chambery, annunziò che prendendo un tubo ricurvo a guisa di V, riempiendolo di una tintura di cavolo rosso, ed immergendo in ciascun braccio un filo di ferro in comunicazione con uno dei poli di una calamita, un quarto di ora dopo il colore della tintura divenne di un bel verde, mentre invece abbandonata all' azione spontanea diveniva rossa.

Ludecke riconobbe che quando si colloca sui due poli di una calamita a ferro di cavallo un vaso di vetro in cui v' abbia la soluzione di un sale qualunque, come, per esempio, di zucchero di saturno, di sale ammoniaco o di vitriuolo verde, abbastanza concentrata per cominciare a cristallizzarsi, dopo alcune ore vedonsi i cristalli formatisi coprire l' intera superficie del fondo del vaso, ma lasciare vuoto uno spazio perfettamente rotondo fra i due poli dove la forza magnetica agisce con la maggiore potenza.

Murray fece varie esperienze immergendo fili di ferro in deboli soluzioni di argento. Fino a che il filo non acquistava polarità magnetiche non ripristinava l' argento; ma tostochè si collocava in vicinanza ad esso una calamita operavasi la ripristinazione immantinente. L' acciaio magnetizzato determinava questa ripristinazione sull' istante, quand' anche era coperto da una vernice. Dietro queste prove il Murray trovò che la ripristinazione era

più considerevole al polo boreale della calamita che a quello australe, ciò che era il contrario di quanto avevano osservato col magnetismo terrestre Muschman ed Hansteen.

Erdman che si è molto occupato della influenza che può avere il magnetismo sulle azioni chimiche la trovò affatto nulla in tutti gli esperimenti fatti per tale oggetto; quindi riguarda come dovuti ad altre cause non avvertite gli effetti chimici ottenuti da altri in questa maniera.

Il Nobili è dello stesso parere ed adduce in sostegno di esso alcune ragioni che ci sembrano assai forti, e che qui volentieri perciò riferiamo.

« Facciasi passare, dic' egli, attraverso l' acqua d' un vaso una corrente elettrica incanalata al solito sopra un filo congiuntivo. In tal caso l'acqua si riscalda, ma non si decompone. Si tronchi il filo in mezzo all'acqua; si separino un poco le parti tagliate, ed in allora l'acqua cessa dal riscaldarsi, ed invece si decompone. Lo stesso avviene delle soluzioni saline, ed in generale d' ogni sorta di liquidi sottoposti all' azione delle correnti voltiane. Tutte queste sostanze si decompongono, ma soltanto allora che l' interruzione dell' arco metallico permette loro di far parte integrante del circuito. Tolta l' interruzione, l' elettricità se ne va tutta per la via del filo conduttore, non lasciando d'intorno a se altro vestigio che quello del calore.

« Niun dubbio adunque che per decomporre una sostanza con le correnti voltiane sia indispensabile la condizione ch' essa medesima entri nel circuito. Ora, come condursi per soddisfare a questa condizione con una o più calamite? La cosa è patentemente impossibile, s' egli è pur vero, come risulta da tutti i fatti, che esse tengano la loro virtù dall' elettricità che gira dentro le loro particelle, rientrando esattamente in sè medesima senza uscirne mai fuori.

« Io era ben lontano, continua il Nobili, dall' aver fissate queste idee quando mi vennero a notizia le sperienze magneto-chimiche di Murray. Ecco, dissi allora, nella ripristinazione de' metalli conseguita dal chimico Scozzese con un metodo puramente magnetico, una novella prova da aggiungersi alle tante altre che il fluido del magnetismo è sostanzialmente identico col fluido dell' elettricità. Ora, per altro la penso assai diversamente: penso che se le esperienze di Murray fossero giuste, fornirebbero un argomento più contrario che favorevole alla identicità dei due fluidi, imperciocchè noi avremmo da un lato le calamite che agirebbero chimicamente, e dall' altro le spirali voltiane che non agirebbero chimicamente. Non bisogna mai dimenticare il luogo dove le correnti voltiane acquistano la proprietà di decomporre le combinazioni chimiche. Cade un tal luogo là dove il corso delle correnti è interrotto da conduttori di seconda classe, come sono l' acqua, le soluzioni saline, e simili, interruzione, il replichiamo, che manca nelle spirali elettro-magnetiche, egualmente che nei circuiti delle calamite di lor natura perfettamente chiusi.

« Dopo avere mostrato come la più stretta analogia conduca ad escludere il magnetismo dal novero degli agenti chimici, renderemo la ben dovuta giustizia al Ridolfi, il quale fu il primo che in Italia traesse dalle proprie osservazioni argomento per dubitare di quelle di Murray. Indi, confessando ingenuamente d' aver prestato troppo sollecita fede all' azione chimica del magnetismo, aggiungeremo che ora tutto ci muove a collocarci dal lato dei fisici cui non riuscirono le esperienze magneto-chimiche. Ci muove la ragione; perchè sarebbe una singolarità ben poco

verisimile che il magnetismo ordinario decomponesse le sostanze a fronte del magnetismo elettrico che non le decompone. Ci muove il fatto; perchè il Merosi, ed io abbiamo eseguiti due esperimenti, il cui risultamento ci sembra decisivo. Il primo che può dirsi un esperimento nuovo, è il seguente.

« Si è preparato del muriato d'argento *(cloruro d' argento)*, ridotto in finissima polvere, seccato ben bene e disteso sopra due lastre di vetro all' altezza di mezza linea circa. Si sono in seguito collocate le due lastrine all' oscuro, per sottrarle all' azione della luce, e disposte in modo che l' una delle due avesse sopra di se una spranga d' acciaio non calamitata, e l' altra i due poli d' una buona calamita a ferro di cavallo. La distanza a cui si tenne il cloruro d'argento dalle superficie dei pezzi superiori, fu la medesima in amendue le disposizioni, ed eguale alla grossezza di tre o quattro fogli di carta. Eseguito questo, si andò osservando di tempo in tempo la polvere delle due lastrine; ma non si rinvenne mai in veruna delle due la più piccola differenza. Si replicò più volte l' esperienza, ed il risultamento fu sempre lo stesso. La polvere si andava col tempo leggermente oscurando, ma tanto sotto la spranga non calamitata, che sotto i poli della calamita; ed egualmente questi pezzi d' acciaio s' irrugginivano nelle estremità situate al di sopra del cloruro d' argento. Questa ruggine, dopo l' azione di tre o quattro giorni, era molto profonda e rossiccia quanto l' ocra. Tali circostanze ci persuasero ch' essa derivasse dal sale che lasciava scappar via una porzione di cloro. La semplice umidità non potendo cagionare un guasto sì grande nel breve periodo di pochi giorni.

« A tutti è nota la facilità con la quale si altera il muriato di argento, bastando l' azione del raggio violetto per annerirlo in pochi minuti. Pure il magnetismo non manifestò sopra di lui veruna sorte d' influenza.

« Per l'altra esperienza, si sciolse mezz' oncia di nitrato neutro d' argento in tre oncie d' acqua, le quali si divisero in quattro bicchierini, per averne due di riserva. Presi i primi due si tuffò contemporaneamente in ciascheduno di loro un pezzo d' acciaio non calamitato; ma uno di questi pezzi si mise a contatto d' uno dei due poli d' una buona calamita, l' altro si lasciò isolato. Così si ebbe il doppio vantaggio di guarentire la calamita dall' azione del sale, e d' infondere sull' acciaio dell' esperimento un magnetismo superiore a quello di saturazione. Ad onta di ciò, il pezzo calamitato non operò niente più dell' altro. Per un' ora all' incirca le due soluzioni non diedero alcun segno manifesto di decomposizione: indi cominciarono a vedersi alcune pagliuzze, attaccate qua e là senza ordine alcuno d' intorno ai due pezzi d' acciaio. Dopo sei ore si era già formata alla superficie del liquido, e d' intorno a ciascun pezzo una pellicola, in forma d' aureola, di argento ripristinato. Non si perdè di vista il fenomeno per due giorni. La decomposizione continuò, ma sempre in modo da non accorgersi di verun vantaggio dal lato del pezzo calamitato.

« Rimaneva la soluzione dei due bicchierini di riserva. L' impiegammo anche essa col sostituire ai due pezzi d' acciaio, due pezzi di ferro dolce tagliati dalla stessa spranga, e grossi da quattro in cinque linee. L' uno si conservò allo stato naturale, l' altro si calamitò per consenso. Questa seconda prova, eseguita sopra spranghe così grosse e così eguali sotto tutti i riguardi, confermò pienamente il risultamento della prima. L'argento del sale si ripristinò egualmente d' intorno ai due pezzi di ferro immersi nella soluzione; nè una

tale riduzione cominciò a farsi palese che dopo l'intervallo d'un'ora all'incirca.

« Allorchè s'immerse, dice Murray, nella sua memoria sulla decomposizione dei sali metallici per mezzo della calamita, la spranga magnetica nel nitrato d'argento, il polo norte si coprì all'istante di pagliuzze brillanti d'argento. La circostanza d'una tale istantaneità non può a meno di recar meraviglia a noi, soggiunge il Nobili, che abbiamo dovuto aspettar così lungo tempo prima di vedere comparire le pagliuzze di argento. Pure conoscendo quanto varii la condizione del tempo nelle faccende chimiche, riterremo più accidentale che altro il motivo d'una tale differenza. Ed in realtà se le circolazioni magnetiche possedessero in qualche modo la facoltà d'accelerare le decomposizioni chimiche, questa accelerazione sarebbe una prova che i prodotti chimici si opporrebbero in parte alla propagazione del magnetismo. Ora può ben darsi che il magnetismo non si propaghi attraverso le sostanze con tutta quella libertà che gli si accorda comunemente, ma nemmeno per questo è da supporre che venga arrestato in guisa da scuotere sensibilmente la architettura delle molecole integranti dei corpi. »

Ultimamente Ampere espose il dubbio che gli effetti chimici attribuiti in qualche caso alle calamite potessero derivare da correnti sviluppate da queste medesime calamite per influenza. Fece egli l'applicazione di questo suo principio alla decomposizione dell'acqua che, come abbiamo veduto, Fresnel aveva creduto per un momento ottenere dalle calamite. Ampere osserva che le correnti per induzione essendo istantanee non possono produrre decomposizione; ma le varizioni di intensità del magnetismo delle spranghe che accadono a motivo dei continui cangiamenti di temperatura, possono produrre un effetto simile a quello che si ottiene quando si avvicina od allontana successivamente una calamita a fili metallici. In tal guisa spiega Ampere la formazione della corrente e la produzione di effetti chimici.

Effetti fisiologici. Il solo esperimento che conosciamo intorno a ciò si è quello fatto da Ritter, il quale osservò che un filo di ferro calamitato, combinato con un altro che non lo era, produsse contrazioni nella rana, e gli parve notare altresì che il polo meridionale producesse contrazioni più forti del ferro non calamitato. È però molto probabile che non siasi tenuto conto in questa esperienza del diverso stato dei fili o delle impurità che si trovavano sulle loro superficie, le quali sono bastanti, come tutti sanno, ad eccitare le contrazioni nella rana. Forse se fosse stato in guardia contro queste cause di errore non avrebbe il Riffer ottenuto gli effetti notati nelle sue esperienze, le quali, come dicemmo, sono le uniche che si abbiano di effetti fisiologici ottenuti dalla semplice azione delle calamite.

Applicazioni. Dopo avere tenuto così a lungo discorso del magnetismo in un'opera della natura della presente, hanno certamente diritto i lettori di chiedere quali applicazioni abbia desso alle utili arti di tale importanza che valga a giustificarci dell'averne parlato sì a lungo. Confesseremo primieramente che certo ne sarebbe difficile l'addurne di tali attualmente praticate che valessero a pienamente e presso tutti dare ragione di questa accusa; se non che noi crediamo aversi in questa opera, per quanto è possibile, a prevedere altresì l'importanza che un argomento può acquistare in appresso, ed è con tale spirito che abbiamo intrapresa la presente compilazione e che abbiamo, per esempio, parlato forse molto più a lungo che ad altri non sarebbe sembrato doversi fare di alcuni soggetti, come della ELETTRICITÀ,

dell' ELETTRO-MAGNETISMO e simili, per alcuni di questi le nostre previsioni si sono già in parte avverate nel breve tempo trascorso dopo la pubblicazione di quegli articoli, come ne sono prova, a cagione d' esempio, le molte applicazioni posteriormente introdottesi nelle arti dell' azione chimica del galvanismo per dorare ed inargentare i metalli, per coprirli di strati di metalli o di leghe diverse, per dar loro belli e svariati colori con simili strati esilissimi (V. METALLOCROMIA). Così è pure del magnetismo, il quale noi riputiamo chiamato ad avere gran parte, quando che sia nell' industria, pegli effetti elettrici che può desso produrre, per quelli che l'elettrico vi cagiona, e finalmente per la stretta analogia che ne fa sospettare la identicità con l' elettrico stesso. Ora questo agente, sparso con tanta generosità nella natura, che si trasmette e moltiplica, senza perciò venir meno in que' corpi che sembrano cederlo altrui, è ben chiaro quanto potrebbe divenir importante se si giugnesse a ritrarne la benchè menoma utilità, poichè mai di quantità, secondo che sembra, non vi sarebbe difetto, e perciò abbiamo stimato utile ed anzi doveroso di farne conoscere le proprietà principali e le leggi dietro alle quali si regolano i fenomeni che esso presenta.

Se non che le applicazioni future non sono le sole che rendano il magnetismo importante e se ne conoscono di già parecchie, alcune delle quali meritano di per sè sole tutta l'attenzione del tecnologo. Senza quindi farci a ripetere quanto altrove si è detto, e senza inculcare sulla immensa importanza, notissima a tutti, della applicazione del magnetismo alla bussola, la quale basterebbe di per sè stessa a giustificare la lunghezza di questo articolo, ricorderemo come dall' accurato esame delle sue leggi abbiamo qui appunto mostrato dedursi le avvertenze per rendere più sicure e più esatte quelle osservazioni della bussola, e dei cronometri, dalle quali dipendono la vita e la fortuna dei naviganti (pag. 205 e 215), nelle quali le teoriche si trovano naturalmente applicate nel loro sviluppo senza che occorra neppure notarlo. Ricorderemo come la sensibilità del magnetismo all' influenza dell' elettrico lo abbia reso utile a dare quel GALVANOMETRO, che è fra i mezzi più delicati e migliori di misurare gli effetti del galvanismo, come ce lo additta il suo nome. La proprietà inoltre di venire dall' elettrico stesso istantaneamente suscitato, invertito o distrutto nel ferro dolce, lo rende atto a dare quegli effetti di movimento, le speranze, destate dai quali, se fummo costretti notare come eccessive negli articoli CALAMITA *temporaria* ed ELETTRO-MAGNETISMO, relativamente allo stato cui la pila si trovava in allora; se tuttora non si verificarono, malgrado i miglioramenti nella pila stessa introdotti dappoi, e le facilitazioni ed economie di materiali che ne risultarono (V. PILA); pure siamo ben lungi dal credere fallite, e tali da doversi abbandonare, cercando bensì aiuti in fonti più ampie e di minore dispendio, come la elettricità atmosferica, quella della terra ed anche forse il magnetismo terrestre, le calamite permanenti ed il magneto-elettricismo precipuamente. All' articolo CALAMITA di questo Supplemento accennammo come si fosse indarno tentato di avvantaggiarsi altresì della semplice forza attrattiva e ripulsiva delle calamite permanenti, e quali obbiezioni stessero contro quei tentativi, aggiugnendo in una nota, come noi pure avessimo imaginato un movimento dietro tale principio, rimandando al luogo dove erasi quello descritto. Avendoci alcuni esposta la brama di conoscerlo, e non essendo stato molto diffuso il Giornale in cui si trovava descritto, lo riporteremo qui, essendochè siamo ancora

di opinione che avesse a corrispondere all' effetto cui mira, quando fosse con le debite diligenze costruito.

Nel pubblicare quella nostra idea nel 1833 notammo essere stato nostro studio quello soltanto di rendere intermittente l' attrazione magnetica, ed osservavamo che due ricerche intorno ad essa ci potevano essere indirizzate : la prima qual fede fosse da aversi nell' esito del nostro progetto, la seconda quale utilità derivare ne potesse all' industria.

Rispondevamo, quanto alla prima, non aver noi potuto sfortunatamente esperimentare la cosa, chè a ciò sarebbe abbisognata l' opera d' un valente oriuolaio, ed una particolare sorveglianza ; aver quindi noi solo fatto eseguire un imperfettissimo modelluccio otto a dieci anni prima : che però, esaminata scrupolosamente la cosa con le sane teoriche, osservati esperimentalmente gli effetti della frapposizione del ferro fra la calamita ed il corpo attratto da essa, tutto si univa a far credere che, ove le resistenze degli attriti e la forza delle calamite fossero bilanciati per guisa che la ultima superasse le prime, il che non v' ha dubbio potersi anche praticamente ottenere, non pareva doversi avere nessuna incertezza sulla riuscita dell' apparato. Che poi, quand' anche, alla peggio, accadesse che il meccanismo, quale venne da noi imaginato, non desse l' effetto voluto pegli attriti, o per mala disposizione delle sue parti, l' aver additata la maniera di ottenere teoricamente questo effetto poteva forse essere di grande facilitazione a riuscirvi anche praticamente da ingegno più del nostro svegliato e solerte.

Quanto alla utilità che da tale invenzione ritrar ne potrebbe l' industria, confessavamo che inutile sarebbe stato il nascondersi non essere questa di grande entità, perchè la limitata azione del magnetismo non permetteva, senza cadere in sogni e chimere, di proporla quale possente motore, almeno nello stato delle attuali cognizioni in questo ramo della fisica scienza. Doversi quindi considerare la cosa, piuttosto che altro, come una difficoltà superata, che alletta l' altrui capriccio, e tutto al più come un mezzo di assolversi dalla briga del ricordarsi di rimontare un oriuolo e non altro. Per questi tali oggetti potrebbe, eseguita a dovere, recare forse un reale profitto a quelli che la ponessero in esecuzione, ed ai primi massimamente, chè tutti ben sanno come i capricci d' ordinario più costino cari e più largamente da molti soddisfinsi che i bisogni del vivere. Questa giustificazione stimammo in allora necessaria, ed ora ne piace ripetere, acciò taluno non credesse che da noi si attaccasse grande importanza alla cosa : la diamo per quel che vale e non più.

A B (fig. 11, Tav. XXII delle *Arti fisiche)* è il pendulo d' un oriuolo comune alla cui cima B è fissato un ago da bussola a due punte *a b*. Questo ago cammina in mezzo a due archi di lamina di ferro *c d*, *e f*, il superiore dei quali viene attraversato dall' asta A B per un intaglio che le lascia descrivere quel tratto che occorre pel moto dell' oriuolo e non più. Al disopra di questi due archi vi è una leva *g h* a braccia uguali, imperniata in *i*, alle cui cime sono due archi di ferro laminato un po' grosso *g m*, *h n*. Su questa leva *g h*, scorrono due pezzi *o p*, muniti di un braccio al disotto e legati insieme con una striscia *q q*. Verso le due cime *g h* sono le punte saglienti *r*, *s*. Più in alto pendono due spranghette *t*, *u*, munite d' un dente a sega il cui piano è orizzontale al disopra, ed inclinato al disotto. Ai fianchi del pendulo in due cassette C, D sono varie calamite disposte in modo che le lamine *g m*, *h n*, possano, senza veruna

resistenza, scorrere in faccia ad esse, dalla loro posizione più alta, come quella *h n*, in cui la punta *s* è impegnata nel dente dell' astina *u*, a quella più bassa, come l' altra *g m*. Tale effetto si ottiene in due differenti maniere, o empiendo tutta l' altezza delle cassette C, D con ispranghe calamitate che abbiano precisamente la stessa forza, e ciò è difficile ad eseguirsi; o ponendovi alcune spranghe di forze diverse, ma rendendone l'effetto uguale coll'avvicinare maggiormente le più deboli all' arco che termina la cassetta, ed allontanarne maggiormente le più forti. Qualunque di tali metodi venga adottato ne viene che l'attrazione essendo perfettamente uguale in tutti i punti dell' arco delle cassette C D, le lamine di ferro *g m*, *h n* non sono ritenute per nessun motivo più nell' un punto che nell' altro, e quindi devono muoversi liberamente come se le calamite non esistessero. Le parti ombreggiate nella figura sono di ferro dolce; le altre di qualsiasi diverso metallo. Vedremo ora qual sia l' effetto prodotto da tale disposizione.

Supponendo le cose nello stato che indica la figura, l' ago *a b*, per la frapposizione della piastra *g m*, sente infinitamente meno di prima l' azione delle calamite contenute nella cassetta C; quindi il pendulo A B ricadrà pel peso della lente E, e riascenderà verso il magazzino magnetico D, da cui verrà attratto ad una certa distanza. Ma intanto l'asta A B, trovando il pezzo *p*, lo condurrà verso la cima *h*, e produrrà con ciò due effetti simultanei: il primo che il braccio *p* spingerà l'asta *u* che lascierà libero il punto *s*, il secondo che il peso di *p* essendosi portato più lontano dal centro di rotazione della leva e quello *o* più vicino, vi sarà squilibrio, e la leva *g h* dovrà cadere dal lato *h*. Allora la lamina *h n* si frammetterà fra le calamite D e l' ago *a b*, il quale, non sentendo più l' azione della forza magnetica che scarsamente, cadrà, risalirà dalla parte opposta verso C, e sarà attratto da quelle calamite; ma il braccio *o* respingerà l' astina *t*, libererà la punta *r*, porterà il peso di *o* e di *p* verso la cima *g*, quindi la lamina *g m* discenderà, ed il tutto sarà di nuovo nella posizione indicata dalla figura.

Agli articoli AGO CALAMITATO e CALAMITA del Dizionario, abbiamo indicato come sia una fra le applicazioni della calamita quella d' indicare la presenza del ferro anche in piccolissime quantità unito ad altre sostanze. Biot servissi a tal fine del metodo usato da Coulomb per conoscere il magnetismo dei varii metalli (V. pagina 186), e giunse con questo a scoprire nei minerali piccolissime quantità di ferro, come, per esempio, in due specie di miche diverse, provenienti l' una dalla Siberia, l' altra da Zinwald in Boemia. Avendo tagliato parecchie lame rettangolari di uguale dimensione le fec' egli oscillare separatamente fra due forti spranghe calamitate. La lamina di mica di Zinwald fece 12 oscillazioni in 55 secondi, mentre l' altra ne fece 7 soltanto nello stesso tempo. Le forze magnetiche stavano adunque fra loro come i quadrati di questi numeri, vale a dire come 144 : 49. Considerando queste forze come proporzionali alle quantità di ossido di ferro combinate, la mica di Zinwald doveva contenere 20 centesimi di questo ossido, e l' altra 6, 8, risultamento che accordavasi con quello dell' analisi chimica. Questo metodo può seguirsi utilmente per determinare approssimativamente la quantità di ferro contenuta in un minerale; ma siccome il numero delle oscillazioni nello stesso tempo è talvolta maggiore con certi corpi che con le lamine di mica, quantunque l' analisi non vi scopra la presenza del ferro; così è duopo diffidare di simili indicazioni che possono facilmente indurre in errore.

Si è veduto pure all' articolo CALAMITA del Dizionario, come questa si impieghi per separare la limaglia di ferro da quella degli altri metalli cui cagionerebbe molto danno quando si avessero a fondere, ed all' articolo CALAMITA *temporaria* in questo Supplemento (T. III, pag. 171) si è veduto come siasi questa adoperata pure a tal effetto con vantaggio ancora maggiore per la facilità con cui le si fa abbandonare la calamita. In alcune officine del Belgio tiensi una calamita artifiziale di molta forza posta all' altezza dell' occhio cui ricorrono quei tornitori od altri lavoratori di ferro ai quali entrò qualche particella di quel metallo nell' occhio, la quale, aperte appena le palpebre, dalla calamita si leva. Comprendesi in vero che una calamita capace di sollevare parecchii chilogrammi di ferro può strappare una particella di quel metallo anche infitta nelle carni.

Finalmente in questo tempo in cui la industria sta vigilante ad ogni passo delle scienze per farne suo pro, anche lo sperimento di de Haldat che abbiamo riferito alla pag. 254 della magnetizzazione parziale di una lastra di acciaio non poteva passare inosservata. È su di essa infatto che fondasi un nuovo metodo di intaglio e di stampa col mezzo del magnetismo, la cui invenzione dicesi dovuta a W. Jones.

Si provvede una lastra di acciaio che si annerisce come al solito, quindi con una punta energicamente calamitata, ma un po' smussa vi si fa sopra il disegno che vuolsi intagliare. Si raccomanda di tenere la punta alquanto inclinata, di poggiarla saldamente sulla piastra, e di collocarsi in tal modo che questa punta sia presso a poco nel piano del meridiano magnetico. La piastra così disegnata magneticamente nettasi con ogni diligenza, e fattala ben asciugare vi si sparge sopra del ferro ridotto in polvere assai fina. Questo, inclinando la piastra, scorre lungh'essa, eccetto che in tutti i luoghi dove è passata la punta nei quali aderisce fortemente. Avendo ottenuto così contorni sensibili stampansi mediante un torchio litografico. La carta da stampa dee ricevere una preparazione affinchè il ferro metallico vi si possa combinare. Producesi una bella stampa azzurra inzuppando la carta con una soluzione di cianuro di potassio ed una stampa nera, bagnandola con leggera infusione di noce di galla. Le sostanze abbisognano di essere esposte all' aria per qualche tempo prima di acquistare tutta la loro vivacità, ed il ferro dee essere in istato molto diviso, perchè le combinazioni chimiche si possano produrre prontamente e con sicurezza. Ecco in qual modo si ottenga la polvere di ferro dotata di questa proprietà. Prendesi limaglia di ferro molto fina recente e brillante: lavasi con alcole molto rettificato, e quando è netta abbastanza decantasi l' alcole e gettasi la limaglia in un' altra fiala anch'essa ripiena di alcole rettificato; agitasi allora per qualche tempo, lasciasi in quiete pochi secondi, poi si decanta il liquore che soprannota, il quale dopo breve tempo depone particelle di ferro di grande tenuità. Raccogliesi il sedimento, se lo fa seccare assai prontamente, e serbasi in piccole fiale di vetro a turacciolo smerigliato.

Assicurasi che questa maniera di stampa è un che di mezzo fra la litografia ed il mezzo tinto, e si crede che potrà servire a dare molte prove, attesochè il numero di queste dipenderà non dalla tiratura, ma dal tempo per cui la piastra conserverà il suo magnetismo, e si è veduto come le Haldat dicesse potere questo durare per varii mesi. Per farlo svanire e rendere la piastra atta a ricevere un altro disegno, basterà batterla un po' fortemente con un maglio di legno o riscaldarla a temperatura

alquanto elevata, come de Haldat ha già insegnato.

(BECQUEREL — NOBILI — DE HALDAT — LAMÈ — POUILLET — ZANTEDESCHI — MURCKE — PAGE — MARIANINI — KUPFFER — RICCARDO ROBERTS — GIUSEPPE RADFORD — PEYRON — G.**M. — *Natural Philosophy — Diz. delle Origini.)*

MAGNETISMO *terrestre*. Quegli stessi fenomeni che abbiamo notati nel precedente articolo siccome dovuti alle calamite naturali od artifiziali vedonsi altresì produrre dalla terra; ed è la unione di essi che costituisce quello che, perciò appunto, si intitola *magnetismo terrestre*. In questo articolo esamineremo pertanto brevemente la influenza di esso sulle sostanze suscettibili di magnetismo, principalmente sotto il riguardo delle applicazioni che se ne traggono, e dei più o meno delicati istromenti che l'industria dee fornire alla scienza per indagarne le leggi.

Il principale effetto del magnetismo terrestre incontrastabilmente si è quello di attrarre verso un dato punto dell' orizzonte ciascuno dei poli degli aghi calamitati, obbligandoli con ciò a mantenersi sempre in una data direzione relativamente al globo terrestre. Senza questa influenza del magnetismo terrestre la calamita sarebbe rimasta fino a molti anni addietro un oggetto di curiosità e di studio pegli scienziati, mentre invece da varii secoli presta aiuti importantissimi ai naviganti precipuamente, ma altresì agli agrimensori, ai mineralogisti ed a molti altri, mediante la BUSSOLA. Non ripeteremo quanto si disse a quella parola e nell' articolo precedente sulla importanza di quello strumento, ma più volentieri ci intratterremo a vedere la storia di questa scoperta che fruttò conseguenze di tanto rilievo.

Storia. Alcuni scrittori, e fra questi Levino Lemnio, Follero, Giovanni Pineda ed altri, intrapresero provare, ma senza alcun fondamento, che Salomone fosse stato il primo scopritore della proprietà dell' ago magnetico di volgersi ai poli, e quindi della bussola, e che gli antichi Tiri, Sidoni e Fenici se ne servissero nelle loro navigazioni; ma molti e validi argomenti provano ad evidenza il contrario. Altri attribuiscono ad Aristotile un passo, dal quale apparirebbe chiaramente che ai di lui tempi si conoscesse la bussola; ma quel passo riconobbesi apocrifo. Venendo a tempi meno remoti, i Francesi citano alcuni versi di un poema manoscritto del XII secolo che esiste alla Biblioteca del Re in Parigi, ed è attribuito ad un certo Guyot de Provins, e questi versi sono i seguenti.

Icele étoile ne se muet;
Un art sant, qui mentir puet
Par vertu de la Marinette,
Une pietre laide et noirette
Ou le fer volentiers se joint.

Dai quali versi sembra però risultare soltanto che si conoscesse bensì la proprietà della calamita di volgersi al polo, ma non già che se la fosse applicata alla costruzione della bussola. Ditmaro attribuisce l' invenzione della bussola al pontefice Silvestro II, ma non però chiaramente, nè pare probabile che gli storici, i quali minuziosamente narrarono gli avvenimenti di quei tempi, ne trascurassero uno di tanto rilievo. Assicurasi tuttavia in tale proposito che Ugo da Bersì, che visse ai tempi di San Luigi re di Francia, menzionasse l' uso fatto dai naviganti di un bicchiere per metà pieno di acqua in cui galleggiava sopra due canne un ago calamitato, e si assicura che il Cardinale Jacopo de Vitri, il quale viveva verso l' anno 1200, parla dell' ago calamitato nella sua storia gerosolimitana, aggiugnendo che

era necessario ed anzi indispensabile ai viaggiatori sul mare. Pretendono alcuni d' altra parte che i Cinesi e gli Arabi conoscessero molto avanti di noi la proprietà che ha l' ago calamitato liberamente sospeso di volgersi verso gli stessi punti dello spazio. Una tale asserzione fondasi principalmente sulla descrizione fatta della Cina da Duhalde, ove si dice, che i Cinesi servivansi della bussola per viaggiare in terra più di 1000 anni innanzi di Gesù Cristo. Dalla Cina quindi pretendono alcuni che portasse la bussola il celebre nostro viaggiatore Marco Polo verso il 1260 quando tornava da quei paesi in Europa; ma ciò non sembra probabile se si riflette non fare desso alcun cenno di questo fatto nella relazione dei suoi viaggi. Inoltre assicura il padre Kircker che avendo diligentemente consultato tutti quelli che scrissero viaggi alla Cina, e chè registrarono gli Annali dei Cinesi non potè mai rilevare da questi che eglino avessero avuta cognizione della bussola. Dietro tutti questi fatti sembra giustamente potersi quindi attribuire la invenzione della bussola o per lo meno l' introduzione di essa in Europa, verso l' anno 1300, a Flavio Gioia del castello di Pasitano di Amalfi, nel che convengano gli storici più celebri anche contemporanei che scrissero di quei tempi, e nella quale opinione anche la maggior parte degli stranieri convengono, fra i quali Antonio da Bologna, detto altrimenti il Panormitano, il Guazzi, il Bozio, il Gilberto, il Kircher, il Brechmann ed altri moltissimi, sicchè invano cercano alcuni fraudare di questa non ultima fra le sue glorie, l' Italia come fa col suo silenzio il Becquerel nel Trattato sul magnetismo, ove, dopo aver parlato degli scrittori francesi dianzi citati, e del dubbio che Marco Polo dalla Cina portasse in Europa la bussola, passa di balzo a dire sapersi solo di certo che nel 1497 Vasco de Gama, ne fece uso nelle sue spedizioni nelle Indie, dimenticando fra gli altri fatti, gli scrittori che prima di quel tempo mentionata avevano la bussola come invenzione del Gioia. Quell' Antonio da Bologna, per esempio, citato in addietro, nato in Palermo nel 1393, morto in Napoli nel 1471, lasciò scritto:

Prima dedit nautis usum magnetis Amalfis.

Premessi questi brevi cenni sulla parte storica della scoperta ed applicazione della proprietà la più utile del magnetismo terrestre, vedremo ora quale sia la direzione che impone agli aghi magnetici, ed in quali misure questa varii secondo i punti diversi della terra. Vedremo come, oltre che sulla direzione orizzontale dell' ago, influisca il magnetismo anche su quella verticale; quindi esamineremo quale sia la intensità della forza che produce, e come varii questa nelle differenti parti del globo ed a diverse altezze di esso, e quali cause producano alterazioni regolari o no su queste forze direttrici e sulla intensità stessa, e faremo un cenno dei sistemi propostisi per un corso di osservazioni che spargessero maggior lume sull' argomento. Diremo di alcuni altri fenomeni, oltre agli anzidetti, che il magnetismo terrestre presenta, e finalmente faremo conoscere alcune delle principali teoriche con le quali cercossi spiegarlo.

Declinazione. Agli articoli Ago *calamitato*, Bussola e Calamita si è detto come i due poli delle calamite naturali od artificiali si volgano l'uno al polo norte, l'altro verso quello sud della terra; e si disse altresì come questa direzione non sia precisamente verso questi poli del globo, cioè non sia dappertutto quella identica del meridiano terrestre, ma alquanto per lo più ne differisca ponendosi in altro piano che varia

secondo i punti della terra, e che dicesi il *meridiano magnetico*. È questa deviazione dal meridiano terrestre che dicesi la *declinazione* dell'ago calamitato. Nei primi tempi credevasi che la calamita si volgesse esattamente ai poli della terra. Thevenot nei suoi viaggi assicura di aver veduto una lettera scritta nel 1269 da Pietro Adzige, nella quale dicevasi positivamente che l' ago declinava di 5°; Colombo, allorchè, nel 1492, diedesi alla ricerca di un nuovo mondo, osservò che la direzione dell'ago della bussola non era costante. Vuolsi da alcuni che il manoscritto di un piloto di Dieppe, per nome Grignon, dedicato nel 1534 a Sebastiano Cabota faccia anch' esso ricordo della declinazione dell' ago calamitato. In generale però l' onore della scoperta della declinazione della bussola viene attribuito al veneziano Cabota medesimo, riportandola circa al 1500. Quello che vi è di certo si è che nel XVI secolo era conosciutissima la proprietà dell'ago calamitato di deviare più o meno a destra od a sinistra del meridiano terrestre.

In alcuni paesi, che accenneremo in appresso, il meridiano magnetico coincide col meridiano terrestre; in altri or più or meno se ne allontana, e l' angolo che fa il meridiano magnetico con quello terrestre è ciò che si chiama la *declinazione dell'ago calamitato*, la quale si dice *orientale* quando il polo boreale dell' ago passa all' est del meridiano, ed *occidentale* quando passa invece all' ovest. Quando il meridiano magnetico coincide con quello terrestre la declinazione è nulla, e la linea che passa pei paesi ove ha luogo questa coincidenza dicesi la *linea di non declinazione*.

Ad oggetto di correggere quanto si riferisce alla declinazione dell' ago si accostuma sovente nelle Bussole *di mare*, come a quell' articolo venne indicato, di girare la rosa per modo che la freccia su di essa segnata guardi veramente il polo della terra, cioè faccia con l'ago calamitato un angolo esattamente simile a quello che fa il meridiano magnetico col meridiano terrestre nel luogo ove dee farsi l' osservazione. Questo mezzo però di correggere la declinazione suppone che questa preventivamente conoscasi, ed obbliga a regolare l' ago secondo i luoghi. Per conoscere la declinazione medesima con qualche esattezza ricorresi ad istrumenti appartenenti all' astronomia, quali sono il compasso o bussola di variazione, il compasso o bussola azzimuttale e la bussola di declinazione, strumenti che vennero descritti all' articolo Bussola del Dizionario (T. III, pagine 158 e 161). La bussola azzimuttale venne in particolare modo migliorata da Kater, il quale potè combinare i vantaggi della costruzione comune insieme con quelli di renderla assai facilmente portatile ed adattata ad ogni sorta di osservazioni tanto sul mare che in terra. Una breve descrizione, ma senza alcuna figura se ne pubblicò nel 1818, e solo recentemente in una fisica inglese se ne diè la figura, che riportiamo nella Tav. XXIII delle *Arti fisiche*.

A B (fig. 1) è una scatola di rame che contiene la bussola, la cui carta o rosa C D ha il diametro di 5 pollici. L' ago è forato nel centro per lasciar passare un ciotolino di agata a fine di porlo in bilico, attaccato sopra un pezzo circolare di talco, sulla cui circonferenza avvi uno stretto anello di carta, il cui margine esterno è accuratamente diviso in gradi e mezzi gradi. L' altezza della scatola cilindrica è esattamente di un pollice ed essa è coperta come, al solito, con una lastra di vetro. Un pezzo di avorio è poi fissato all' orlo interno della scatola così da corrispondere esattamente all' orlo esterno del circolo graduato della carta: sopra l' avorio è segnata una linea ad angolo

retto col piano del circolo graduato, la quale serve a guisa di indice per istabilire la declinazione nel modo che si è accennato. Nel lato opposto della scatola in O è fissato un traguardo formato di un telaietto di ottone in forma di paralellogrammo lungo 5 pollici. A questo telaio è adattato un altro telaietto più corto, lungo due pollici, che scorre sul primo e porta il segmento di un cilindro di vetro lavorato col raggio di 5 pollici. Mediante questo pezzo di vetro quando lo strumento presentasi al sole i raggi raccolgonsi in un fuoco lineare e la linea di luce cadendo sull' indice del pezzo di avorio può vedersi allo stesso tempo che i gradi della scala fatta sulla carta. Il traguardo ha una cerniera con la quale è attaccato alla scala potendo quindi piegarsi al disopra del vetro che copre la scatola, e quando è piegato in tal guisa si innalza l' ago, mediante una leva che passa sotto al suo centro, e vedesi in L, la quale comprimendolo contro al vetro gli impedisce di muoversi. L' altro traguardo cui si applica l' occhio, e che vedesi a parte nella fig. 2, è alto un pollice dalla cerniera alla parte superiore, e può innalzarsi alquanto mediante un regolo che scorre in due scanalature fatte sull' esterno della scatola. È formato di un piano retto verticale P che tiene una stretta fessura verticale S nella parte superiore ed al disotto un foro circolare in cui si è posta una lente convessa: un piano orizzontale H che parte dal lato inferiore del primo, è anch' esso guernito di una lente convessa ed avvi uno specchio M posto dinanzi a P ed inclinato sotto un angolo di 45 gradi. Mediante questa combinazione delle lenti con lo specchio i gradi della carta vedonsi per riflessione considerabilmente ingranditi ed in posizione rovesciata, insieme con la linea fatta sull' avorio che è contigua alla parte veduta nello specchio. La imagine della carta essendo prodotta da una riflessione riesce rovesciata, per lo che occorre che le cifre le quali esprimono il numero di gradi sieno anch' esse rovesciate di maniera che si possano leggere correttamente quando sono vedute attraverso le lenti. Questo traguardo può essere innalzato od abbassato nel modo che si disse per metterlo in fuoco, ed il tutto si fa girare mediante una cerniera per guisa da porlo nello stesso piano della scatola, e rendere così questa più facile a trasportarsi.

Ecco in qual guisa si adopera questo strumento quando vuolsi prendere l' azimutto del sole. Si innalza il traguardo O e se lo volge verso il sole, facendovi scorrere sopra il pezzo di cilindro di vetro fino a che la linea luminosa che esso produce cada sulla linea od indice dell'avorio. Accomodasi pure il traguardo vicino all' occhio per guisa che la sua lente orizzontale si trovi al disopra della scala, e se lo innalza od abbassa facendolo scorrere nelle scanalature, fino a che sia posto alla conveniente distanza focale e lasci vedere distintamente l' indice sull' avorio; quindi si esamina se la linea luminosa prodotta dal sole e veduta sul pezzo di avorio attraverso le lenti apparisca sottile e precisa, e se ciò non è inclinasi il traguardo verso l' occhio fino a tanto che si raggiunga la voluta precisione. Deesi diligentemente avvertire che il traguardo non penda a diritta nè a sinistra, ma sia tenuto perpendicolare all' orizzonte nella direzione fra il sole e l' osservatore: dal trascurare una tale precauzione può venirne la principale cagione di errore. Inclinasi alquanto la bussola verso l' osservatore, ad oggetto di frenare alquanto le oscillazioni della carta ponendola in contatto con l' indice, e con due punte fissate vicine ad esso per tale oggetto. Fatto ciò ripetutamente, quando la carta è ben ferma, la scatola si inclina in guisa da liberare la carta dall' indice e

ritornarle la sua mobilità. Essendo quindi la linea luminosa tagliata in due dalla linea dell' indice sull' avorio possono osservarsi i gradi e le frazioni di essi indicati da questa linea nel momento stesso che un assistente osserva l' altezza del sole. Se la carta non sembra perfettamente stabile è facile valutare la media delle sue vibrazioni. I gradi sulla carta sono numerati dal norte verso l'est, ed in tutto il circolo giungono a 360 ad oggetto di ovviare la possibilità di ogni errore in tale proposito. Ai gradi e minuti ottenuti in tal guisa si può applicare la correzione scritta sulla carta, e che darà la vera posizione magnetica del sole, dalla quale e dall' altezza osservata si potrà ottenere nei soliti modi la declinazione dell' ago. Quando desi determinare la declinazione per conoscere il corso della nave, basta che gli azzimutti sieno presi senza alcun riguardo alle attrazioni locali che possono agire sull'ago ; ma per le deduzioni scientifiche, dopo che si sono ottenute un certo numero di osservazioni nel mentre che la nave cammina in una data direzione, se ne dee fare un' altra serie camminando in direzione opposta, la media dei due risultamenti dando la esatta declinazione dell' ago.

Volendo adoperare la bussola azzimuttale di Kater, prendendo di mira invece un oggetto comune applicasi al telaietto O, invece del cilindro di vetro, un filo di crine, il quale si fa coincidere con l' oggetto traguardato direttamente.

Avvi anche un altro mezzo di usare questa bussola, il quale è forse più conveniente ed accurato di quello dianzi descritto, e consiste nel girare il traguardo a rifrazione, osservare la linea luminosa e leggere la differenza dei gradi direttamente, avendovi il vantaggio che se la bussola non è in posizione orizzontale l' osservatore può facilmente conoscere e correggere l' errore. È duopo tuttavia di una certa accuratezza per non ingannarsi nel leggere le cifre che indicano i gradi, le quali, come dicemmo, sono scritte rovescie sopra la carta : questo si può prevenire guardando, come si è detto, per riflessione.

In alcune bussole azzimuttali che vennero anche privilegiate, si sostituì un prisma triangolare di vetro allo specchio dianzi indicato : agiscono evidentemente dietro allo stesso principio della riflessione, e copiate sono quindi, con leggera alterazione di forma, dalla invenzione originale del Kater. Talvolta si fanno pure vetri colorati per fare osservazioni sul sole, i quali sono posti fra l' occhio ed il primo traguardo e si levano a volontà quando non fan di bisogno.

Gauss per osservare con esattezza le declinazioni dell' ago magnetico servesi di un apparato, il quale consiste in una spranga calamitata sospesa orizzontalmente a fili di seta non torti e guernita da un capo di uno specchietto cui sono aggiunti una scala divisa in millesimi ed un teodolite.

All' articolo MAGNETISMO (pag. 180) si è detto come il Fusinieri suggerisce di trovare la declinazione ricercando il piano in cui una spranga di ferro dolce riesce neutra.

Inclinazione. Erasi sovente avuto occasione di osservare che l' ago perdeva la sua orizzontalità a misura che si andava avvicinandosi al norte, e che il polo australe abbassavasi al disotto dell' orizzonte. Non sapendo a quale cagione ciò fosse da attribuirsi, si suppose che l' ago non fosse sospeso pel suo centro di gravità. Roberto Norman, avendo posto un contrappeso per ristabilire l' orizzontalità, conobbe che bisognava mutarlo secondo i luoghi, e fu in tal guisa condotto alla scoperta della inclinazione. Non si tardò a riconoscere che per osservare compiutamente questo fenomeno era duopo che l' ago potesse

muoversi liberamente e in piano del meridiano magnetico, condizione che si ottiene sospendendolo alla metà ad un asse perpendicolare a questo piano. Quando l'ago non è calamitato rimane in direzione orizzontale, ma tosto che lo è devia da questa direzione di un certo numero di gradi. Chiamossi *angolo di inclinazione* quello che misura questa deviazione. Si può conoscere questo effetto anche fissando un ago di acciaio ad un pezzo di sovero od altra sostanza galleggiante, ed immergendola nell' acqua, regolando la gravità specifica dell' insieme per guisa che possa rimanere sospeso in mezzo al fluido senza alcuna tendenza di venire a galla o di affondarsi. Facendo in modo che il centro di gravità del sistema cointida col centro di figura, si avrà l' effetto che l' ago non magnetico unito al sovero si potrà porre in qualsivoglia posizione nel liquido, non avendo tendenza alcuna a spostarsi. Se l'ago si magnetizza, si trova immergendolo poscia nelle medesime circostanze, che assume una posizione più vicina alla verticale, facendo con questa un angolo, per esempio, di circa 20 gradi, il polo norte dell' ago volgendosi inoltre di alcuni gradi verso ponente dal polo norte. Questa sua deviazione dal piano del meridiano è uguale alla declinazione dell' ago orizzontale; la sua deviazione di 70° dal piano orizzontale, è l' effetto dell' inclinazione. Questo metodo è assai utile per far discernere il fatto generale dell' effetto misto della declinazione ed inclinazione cui sono soggetti gli aghi magnetici, e per mostrare il principio dal quale dipendono: ma non è adattato per misurare quegli effetti accuratamente, ricorrendosi per tale oggetto ad altre disposizioni.

Siccome già dicemmo nel Dizionario agli articoli BUSSOLA e CALAMITA, questa inclinazione non è la stessa in tutti i punti del globo, ma varia al pari della declinazione secondo i luoghi, essendo nulla in certi punti: la linea in cui si trovano, questi, che circonda il globo, chiamasi l'*equatore magnetico*. Interessa quindi potere misurare il grado di questa inclinazione e per dedurne la posizione del luogo ove si fanno le osservazioni; e per istudiare altri fenomeni del magnetismo terrestre onde parleremo in appresso. Lo strumento che si adopera per conoscere e misurare la inclinazione dell' ago dicesi *ago inclinatorio* o BUSSOLA *d' inclinazione*, ed a questa ultima parola diedesi un cenno del modo di costruirlo nel Dizionario (T. III, pag. 162). La prima cosa da farsi nella costruzione di questa bussola si è di prendere l' ago assolutamente scevro di magnetismo, ed in tale posizione che sia libero da qualunque influenza che la terra possa avervi, quindi si dee sospenderlo orizzontalmente in maniera da lasciargli libertà pienissima di muoversi in un piano verticale. Quando l' ago sarà così posto in bilico non avrà alcuna tendenza ad inclinarsi piuttosto da un lato che dall' altro, e rimarrà fermo in qualunque posizione se lo ponga, in fino a che non vi si applichi qualche forza estranea. Ottenuto ciò l' ago deesi magnetizzare quanto più fortemente è possibile, e quindi porsi sul suo sostegno girandolo in guisa che il piano nel quale l' ago si può muovere liberamente coincida con quello del meridiano magnetico. Si troverà che in questa situazione la cima dell' ago cui si è comunicata la polarità norte avrà una preponderanza, cioè s' inclinerà, e dopo un certo numero di oscillazioni si arresterà in un punto determinato, cioè il suo asse si porrà in una linea che dicesi la *posizione magnetica*.

Deesi avere gran cura che non entri ferro od acciaio nella costruzione della intelaiatura che, come dicemmo nel luogo citato del Dizionario, si adatta a questo ago,

attesochè quel materiale avrebbe una sensibile azione sull'ago medesimo: deesi pure grande attenzione alla purità dell' ottone impiegato a tal fine, che esser dee esente da ogni magnetica proprietà. Dapprincipio erasi stimato utile di fare gli aghi assai grandi ed anche di più che un piede di lunghezza; ma si riconobbe con l' esperienza che vi ha piuttosto perdita che vantaggio di esattezza facendo la lunghezza maggiore di 6 ad 8 pollici; risulta poi conveniente ancora ridurre la dimensione di questo strumento, rendendolo con ciò più portatile e meno costoso.

Ad oggetto di scemare gli attriti Mitchell, nel 1772, propose di far sostenere i due capi dell' asse dell' ago d' inclinazione da rotelle di attrito ossia da tribometri, e due strumenti eseguironsi da Nairne con questo miglioramento. Gli aghi erano lunghi un piede, le cime degli assi eransi fatte con una lega d' oro e di rame, e le rotelle di attrito, sulle quali poggiavano, avevano il diametro di 4 pollici ed erano imperniate con la maggior diligenza. I capi degli assi delle rotelle di attrito erano anch' essi fatti di una lega d' oro e di rame, e giravano in piccoli fori fatti in metallo da campane. Di contro agli assi degli aghi, ed a quelli delle rotelle di attrito eranvi pezzetti di agata diligentemente politi. Ciascuno ago magnetico oscillava contro un cerchio di bronzo diviso in gradi e mezzi gradi, ed una linea che passava pel mezzo dell' ago ed andava alle cime serviva di indice per queste divisioni. Gli aghi eransi posti in billico prima di averli resi magnetici, mediante la ingegnosa disposizione di una traversa fissata sull' asse sopra le cui braccia lavorate a vite assai fina scorrevano piccoli bottoni che invitandosi potevano porsi più vicini o più lontani dall' asse, contribuendo con ciò a bilicare esattamente gli aghi. Verificavasi l' esatto bilicamento degli aghi dopo magnetizzati rovesciandone i poli, e mutando il lato anteriore in quello posteriore di ciascun ago. La intelaiatura di questo strumento era, secondo il solito, provveduta di livelli per disporla orizzontalmente dopo che si era collocata nel meridiano magnetico.

In un altro volume delle Transazioni filosofiche, del 1775, trovasi descritto un ago d' inclinazione di Lorimer ad oggetto di fare le osservazioni sul mare, dove la instabilità del sostegno rende assai difficile ottenere alcun grado di esattezza nelle osservazioni. L' ago era della solita forma e dimensione, e si moveva verticalmente sul proprio asse, il quale terminava con due punte coniche leggermente sostenute in due ciotolini emisferici inseriti nei lati opposti di un piccolo paralellogrammo di ottone, largo circa un pollice e mezzo ed alto 6 pollici. In questo paralellogrammo era fissato ad angoli retti un leggero cerchio di ottone del diametro di circa 6 pollici, inargentato e diviso in mezzi gradi, sul quale l' ago indicava la inclinazione. L'autore lo chiamava il *circolo dell' inclinazione magnetica*. Tanto questo circolo che il paralellogrammo di ottone potevano girare orizzontalmente sopra due altri perni l' uno al basso e l' altro in alto, corrispondenti a ciotolini posti sul paralellogrammo. Questi pernii erano fissati in un cerchio verticale di ottone, della grossezza e larghezza di due decimi di pollice, e di un tal diametro che il circolo d' inclinazione ed il paralellogrammo potessero liberamente girarvi per entro. Questo secondo circolo si chiamava il *meridiano generale*. Questo non era graduato, ma aveva un piccolo peso di ottone attaccato alla parte inferiore ad oggetto di mantenerlo in posizione verticale; il circolo stesso poi era inserito ad angolo retto in un altro circolo di ugual diametro interno e della stessa grossezza, ma due volte più largo, il quale era inargentato e graduato

sulla faccia superiore ad ogni mezzo grado. Questo rappresentava l'orizzonte; poteva liberamente dondolare su due perni e mantenersi per conseguenza sempre orizzontale. Il tutto era posto in una cassetta di mogano di figura ottagona con una lastra di vetro al disopra. Quella parte del telaio che teneva il vetro poteva essere illuminata dall' esterno quando occorreva. Tutta la cassetta girava sopra un forte centro di ottone fissato sopra una doppia piastra di mogano unita con le fibre incrociate ad oggetto di evitare che si sbiecasse o fendesse, ed il tutto poggiava su tre piedi di ottone fissati in guisa da evitare la caduta quando il vascello si inclinava notabilmente. Allorchè non se la adoperava, tenevasi rinchiusa in altra cassetta quadrata. Il particolare vantaggio di questo strumento consisteva nella libertà che vi si lasciava all' ago di cedere all' effetto del magnetismo terrestre, e di porsi da sè nella linea d' inclinazione, in conseguenza della facoltà che aveva di muoversi in varii piani ad angolo retto l' uno riguardo all' altro. La sua posizione relativamente ai punti di varii circoli indicava, al solo vederla, non solamente la inclinazione, ma anche la declinazione magnetica. Dirigendo quindi il circolo verticale al sole od altro oggetto, si poteva questa determinare. Benchè questa bussola fosse lodevolissima rispetto alla teoria, presentava però tali difficoltà nella pratica sua esecuzione che difficilmente potevano essere superate neppure dagli operai più distinti.

La bussola d' inclinazione usata dalla Società reale di Londra, e che riguardavasi come modello nella costruzione di tali strumenti, trovasi descritta nelle Transazioni filosofiche del 1776 da Cavendish. In questo stromento i capi dell' asse girano sopra piani orizzontali di agata, ed avvi un congegno, mediante il quale si può a volontà sollevare l' ago al disopra di questi piani o riporlo su quelli, in guisa che gli stessi punti dell' asse cadano sempre sulle stesse parti dei piani dell' agata, il movimento che se gli imprime facendosi molto gradatamente e senza scosse. La forma generale dello strumento, la dimensione e figura dell' ago, e la crociera usata per bilicarlo, sono simili a quelli dell' ago d' inclinazione costruito da Nairne dietro i suggerimenti di Mitchell dianzi descritto. Il modo di usare lo strumento è il seguente. Osservasi l' inclinazione prima con la parte anteriore dell' ago volto al ponente, indi con quella parte stessa volta al levante; in appresso rovesciansi i poli dell' ago, e se ne osserva la inclinazione nei due modi stessi dianzi accennati. Si ha cura che l' ago si renda ugualmente magnetico di prima dopo il rovesciamento dei poli, il che si riconosce contando il numero di vibrazioni che faceva l' ago in un dato tempo in entrambi i casi. La media di queste quattro osservazioni è la vera inclinazione.

Si può valutare la influenza delle varie cause di errore che possono alterare i risultamenti; ma vi ha modo di fare che si compensino una con l' altra combinando insieme varii mezzi di osservazione. Suppongasi che la figura 3 ci presenti l' ago magnetico veduto di faccia, e che S N sia la direzione dell' asse magnetico o la linea sulla quale si esercita il magnetismo, ed abbiasi M *m* che sia ad angoli retti con la S N e passi pei centri delle cime cilindriche dell' asse, rappresentando quindi l' asse del movimento. Se l' ago sarà diligentemente posto in bilico, il suo centro di gravità coinciderà con la intersezione delle linee in *c*. Ma supponendo che così non sia, e che, per effetto di un errore nella sospensione, il centro di gravità sia in *g*, conducasi la *g f* perpendicolare ad S N che taglia in *n*, e si faccia *n f* uguale a *g n*. Quando lo strumento

girasi per metà intorno all' asse, cosicchè si presenti al dinanzi la faccia opposta dell'ago, la metà S M N occuperà il luogo dove era prima quella S *m* N, ed il centro di gravità si troverà situato là dove era prima *f*; nullameno la media fra le forze, dalle quali l' ago viene trascinato fuori dalla vera sua posizione in queste due situazioni, per non essere desso stato posto in bilico come si conveniva, è esattamente la stessa; la media fra le due inclinazioni osservate risulta per conseguenza la stessa come se il centro di gravità si fosse trovato in *n*. Ma se ciò fosse la inclinazione sarebbe stata più grande in una posizione dell' ago, e sarebbe riuscita più piccola quando i poli si fossero rovesciati o viceversa. Quindi la media delle inclinazioni osservate in queste quattro posizioni sarà molto approssimativamente la stessa come se l'ago si fosse bilicato a dovere.

In secondo luogo se il piano nel quale gira l' asse non fosse orizzontale, la inclinazione sarebbe alquanto più grande del dovere quando una faccia, per esempio, fosse girata al ponente, e minore quando lo fosse l' altra. Perciò il piano di inclinazione verso il sud in un caso, o quello verso il norte nell' altro, sarebbe più forte supponendo che rimanesse inalterato il livello in cui si è posto lo strumento. In conseguenza mediante le due osservazioni sarà presso a poco lo stesso come se il pernio fosse posto in un piano esattamente orizzontale.

La stessa maniera di ragionamento fa vedere in terzo luogo che la media delle due osservazioni dianzi accennate non sarà alterata, quantunque la linea indicatrice che unisce il grado che si osserva con l' asse del movimento non sia paralella all' asse dell' ago, e neppure se la linea che si prende per indice non coinciderà con la continuazione della linea S N; o benchè la linea che unisce le due divisioni di 90° non sia perpendicolare all' orizzonte; oppure benchè l' asse del movimento non passi pel centro del circolo graduato, purchè sia nello stesso piano orizzontale di esso. Si scorgerà invece che se l' asse del movimento non sarà nello stesso piano orizzontale che il centro del circolo graduato l' errore che ne deriverà non potrà essere compensato da questo metodo di osservazione, a meno che la posizione di una cima dell' ago siasi presa qual correzione dell' altra. Ciò però non è di grande conseguenza facile, essendo di esaminare se sia o no nello stesso piano orizzontale.

L' errore più difficile da evitarsi nella costruzione di un tale strumento si è quello che le cime dell' asse non sieno esattamente cilindriche. È inoltre essenziale altresì che le parti dell' asse che poggiano sui piani di agata sieno sempre esattamente le stesse. Questo strumento è però costruito in maniera da permettere, quando occorre, di lasciare all' asse una qualche libertà negli incavi nei quali è posto, portando così questi piani sopra una parte distante un centesimo od un cinquantesimo di pollice dal punto ove poggia solitamente. Cavendish trovò nullameno che quando l' asse è posto in guisa da non lasciargli alcuna libertà, e quando il fabbricatore ha cura nel far l'ago che si fermi alla vera inclinazione, questo vibra in assai piccoli archi lasciandolo poggiato nei piani: che quindi se l' ago si innalza e si abbassa per un certo numero di volte, indicherà esattamente lo stesso grado ogni volta, od almeno la differenza sarà così piccola da riuscire appena sensibile; ma se l' asse non è in tal guisa limitato vi sarà spesso una differenza fino di 20 minuti nella inclinazione, secondo le varie parti dell' asse che poggiano sui piani, per quanta cura si abbia di tenere netti l' asse ed i piani dalla polvere, e di riparare ad

ogni irregolarità dell' asse. Se l' ago vibra in archi di 5 o più gradi quando si lascia calato sui piani, vi sarà sovente un errore di tale grandezza nella inclinazione. È bensì vero che quella parte dei piani di agata sui quali poggiasi l' asse quando le vibrazioni sono finite, sarà alcun poco diversa secondo il punto sul quale erasi posto l' ago dapprima quando era fermo; ma ciò recherà una piccola differenza nella inclinazione indicata dal circolo graduato, quando si osservi solamente una cima dell'ago, poichè la inclinazione reale dell' ago all' orizzonte non è alterata. Questa differenza è troppo piccola per essere percettibile; cosicchè l' errore dianzi accennato non può essere dovuto a tale cagione; nè deesi attribuire l' errore ad alcune irregolarità nella superficie dei piani d'agata, quando questi sieno lavorati e politi con la dovuta accuratezza; ma piuttosto dipende dallo scivolare dell' ago nelle ampie vibrazioni, così da trovarsi sostenuto sopra punti diversi da quelli sui quali era dapprima. Cavendish crede che di queste irregolarità debba incolparsi non la mancanza di cura o di abilità dell' esecutore, ma la imperfezione che è inevitabile in questo genere di lavori.

Appare quindi che in generale le indicazioni date dall' ago d' inclinazione vadano soggette a due principali cagioni di errore: la prima che l' asse dell' ago magnetico non si mantenga quello della sua vera gravità, secondariamente che il punto di sospensione non coincida [illegible] esattamente col centro di gravità. Due mezzi di osservazione [illegible] per conoscere l' inclinazione [illegible] da queste [illegible] Il primo [illegible] dell' ago [illegible] l' ago [illegible] perpendicolare [illegible] il secondo [illegible]

accuratamente nel piano del meridiano magnetico; e si hanno quindi ad osservare diligentemente le posizioni nelle quali si arresta dopo averlo posto in moto e lasciato oscillare liberamente. La media di queste posizioni si potrà prendere come quella vera dell'ago nelle date circostanze. Si dovrà quindi girare l' intero strumento orizzontalmente fino a che abbia descritto un semicircolo compiuto di 180°, quella faccia di esso che era verso levante essendo poscia verso ponente e viceversa; e quindi facendo simili osservazioni sulla inclinazione per trovare la media posizione in questo nuovo collocamento. Paragonando queste due medie ottiensi un'altra media risultante che è scevra dalla prima causa di errore. Ad oggetto di escludere la seconda causa di errore si può levare l' ago dal suo sostegno, e distruggere il suo magnetismo, magnetizzandolo poi in senso opposto, cioè rendendo polo norte quella cima che prima era polo sud e viceversa; riponendo quindi l' ago sul suo sostegno si faranno le medesime osservazioni che si sono fatte dapprima, girandolo da un lato poscia dall' altro. La media così ottenuta combinata con la prima, darà la media del totale che si può riguardare come la vera inclinazione nel luogo e nel tempo in cui si osserva.

L' errore prodotto dalla mancanza di coincidenza fra l' asse del movimento ed il centro di gravità dell' ago può essere tolto col metodo seguente indicato da Daniele Bernouilli che merita di essere conosciuto per la facilità con cui può venire eseguito. Prendesi un ago d' inclinazione, costruito con quella maggiore esattezza che può ottenersi coi metodi ordinari dagli operai, e se lo mette in bilico più esattamente che sia possibile innanzi di magnetizzarlo; quindi dopo averlo magnetizzato a saturazione, se lo dispone più approssi-

mativamente che sia possibile vicino alla linea d' inclinazione. Notasi diligentemente la posizione che prende in quelle circostanze, e quindi si distrugge il suo magnetismo. Tornatolo così allo stato naturale si altera il punto di sospensione, cioè si regola il centro di gravità in modo che l' ago si ponga da sè nella stessa posizione che si era prima notata per la sola influenza della gravità. Tornasi quindi a magnetizzare di nuovo dandogli i poli stessi di prima; è chiaro che si avvicinerà allora maggiormente alla vera linea d' inclinazione, poichè non vi è più l' influenza di quella parte della forza della gravità che produceva una deviazione dapprima. Se si trovò che questa posizione approssimativa differisca varii gradi dalla prima, ripetesi l' operazione fino a tanto che si giunga così presso alla prima posizione da non riuscire percettibile la differenza. Di raro succede che questa ultima approssimazione dia un errore di mezzo grado.

Questo semplice strumento era usato dall' autore per osservare l' inclinazione in ogni situazione nel seguente modo ingegnoso. Fissasi ad un lato dell' ago S N (fig. 4) un leggerissimo circolo graduato di ottone A B C concentrico all' asse dell' ago, ed il tutto mettesi in bilico quanto più esattamente è possibile prima della magnetizzazione. L' asse porta un leggerissimo indice R *r* che può girarvi sopra a sfregamento. Questo distruggerà l' equilibrio dell' ago, il quale, se venne fatto con la massima diligenza e perfettamente bilicato, con l'aggiunta di questo indice rimarrà sempre perpendicolare all' orizzonte, qualunque sia il grado del circolo sul quale si mette. Se ciò non si è ottenuto, si porrà l' indice a varii gradi del circolo, e si noterà la posizione che prende quando non è magnetizzato relativamente a ciascuna posizione dell' indice, notando in una tavola il risultamento di tutte queste osservazioni. Suppongasi, per esempio, che quando l' indice è a 50° l' ago si inclini di 46° all' orizzonte. Se in un dato luogo si osserva che l' ago reso magnetico per sovrapposizione fra due possenti calamite, avendo l' indice a 50° abbia un' inclinazione di 46°, si può essere certi, che quella è la vera inclinazione del luogo, attesoche il magnetismo non rimuove l' ago dalla posizione che gli aveva dato la gravità. Essendo generalmente conosciuta la inclinazione che ha l' ago in un dato luogo, è facile disporre l' indice relativamente. Se l' ago non dà quella inclinazione che doveva, si può alterare la posizione dell' indice, e quindi osservare di nuovo. Si esamina quindi se la seconda posizione dell' indice e la sua inclinazione formino due numeri che trovinsi nella tavola, se, cioè, si avrà ottenuta la vera inclinazione; nel caso che no, conviene cercare un' altra posizione dell' indice. Osservando se la nuova perdita che ne risulta è più grande o più piccola di quella avutasi si conosce se il cangiamento di posizione dell' indice abbia a farsi nella stessa direzione di prima od in quella opposta. Robison ha una di tali bussole di inclinazione, fatta da persona non pratica della costruzione di strumenti matematici, e ne usò a Leith, a Cronstadt in Russia, a Scarborough ed alla Nuova Yorck, e la inclinazione indicata da essa in ciascuna osservazione differiva appena di un grado e mezzo dalle altre fatte coi più delicati strumenti. Esperimentò egli sulla strada di Leith in un mare agitato, e non la trovò inferiore ad una costruita con la massima diligenza. Il Robison quindi la crede degna dell' ingegnoso suo autore, e di essere conosciuta generalmente, potendosi costruire con ispesa assai moderata, e contribuire così a moltiplicare le osservazioni della inclinazione, le quali sono d' immenso valore pel perfeziona-

mento della teoria del magnetismo terrestre.

In un ago di inclinazione, costruito recentemente a Parigi e destinato ad usarsi a Pietroburgo, l' asse invece che essere cilindrico è foggiato a coltello, come nelle bilancie più diligenti. I coltelli sono posti esattamente nel centro di gravità dell'ago e fissati per guisa da rimanere perpendicolari su due pezzetti di agata quando l' ago segna 71°. È chiaro che questo ago essere dee molto sensibile; ma non è adattato che ai luoghi dove la inclinazione è di circa 71° potendo ivi vantaggiosamente prestarsi a palesare le piccole variazioni di inclinazione che succedono in quel dato luogo.

Un' altra maniera di evitare la necessità che l'asse del movimento passi esattamente pel centro di gravità, condizione che è quasi impossibile di esattamente soddisfare, è quella adottatasi nell' ago di inclinazione inventato da Tobia Mayer. I centri del movimento e della gravità sono in questo ago indicati separatamente, così che le inuguaglianze lasciate dall' operaio nell'asse, e nei piani di sospensione, sono rese di minore effetto, opponendovisi la influenza riunita della gravità e del magnetismo; con un metodo particolare di osservazione, e con una formula adattata, si può risolvere l' azione riunita di due forze deducendone con grande esattezza la posizione che prenderebbe l'ago per quella sola del magnetismo. Questa supposta separazione dei centri di gravità e di sospensione si effettua lavorando l' ago con una madrevite assai fina per ricevere una vite sottile di acciaio che sporge a qualche distanza dall' ago, e sulla quale avvi una piccola palla di ottone. Mediante questa disposizione l' ago può deviarsi dalla vera inclinazione a quel grado che si desidera e l' azione terrestre, la quale varia come il seno dell' angolo di deviazione dalla linea di inclinazione, si può aumentare quasi in ogni proporzione.

Daremo la descrizione dell' ago costruito sopra questo principio adoperato da Sabine per determinare la inclinazione nei suoi esperimenti diretti a stabilire la forma della terra. Era il suo ago un paralellopipedo lungo 11 pollici e mezzo, largo $\frac{4}{10}$ e grosso $\frac{1}{10}$; i capi erano rotondati ed una linea segnata sopra una faccia dell' ago passava pel centro e per le estremità, facendo l' offizio d' indice. L'asse cilindrico sul quale girava l'ago era di bronzo, terminato da piccoli cilindri che giravano sopra piani di agata; questi pernii erano fatti quanto più fini si era potuto, tanto che non si curvassero pel peso dell' ago; piccole scanalature fatte nella parte più grossa dell' asse ricevevano due piccole forcelle che alzavano l' ago dai suoi sostegni o ve lo poggiavano sopra, mantenendolo sempre nello stesso piano in ogni osservazione. Nell' orlo inferiore dell' ago era inserita una piccola sfera di ottone attraversata da una vite di acciaio, posta quanto più esattamente era possibile perpendicolarmente alla linea che passava per l' asse del movimento. Mediante questo meccanismo, il centro di gravità dell' ago con la vite e la sfera poteva abbassarsi più o meno sotto l' asse del movimento, secondo che la sfera era più o meno distante dall' ago e di un diametro più o meno grande. L' oggetto propostosi separando così il centro del movimento da quello di gravità era di dare all' ago una forza derivata dal suo proprio peso per coadiuvare quella del magnetismo a vincere le inuguaglianze dell' asse, obbligando così l'ago a tornare, dopo alcune oscillazioni, con maggiore certezza allo stesso punto del cerchio graduato, come se i due centri coincidessero esattamente. Non coincidendo i centri di movimento e di gravità, la posizione che assume l'ago quando è posto

nel meridiano magnetico non è quella dell' inclinazione; ma si può questa dedurre con un calcolo facilissimo dalle osservazioni fatte sull' ago stesso dietro le norme seguenti. Se l' ago venne fatto con diligenza e la vite si inserì al luogo dovuto, i centri del movimento e di gravità saranno disposti come nella leva di una bilancia, dove la linea retta che gli unisce sarà una perpendicolare alla linea orizzontale che passa per le estremità, e che come dicemmo fa l' offizio di indice. Questa condizione non è invero necessaria assolutamente, ma è utile a rendere più sicure e più sollecite le osservazioni non che i calcoli successivi dai quali deducesi la inclinazione. Può adempirsi del resto con grande precisione ponendo l' ago sui piani di agata prima di magnetizzarlo ed osservando se torna in direzione orizzontale dopo avere oscillato in ciascuna posizione dell' asse. Se ciò non fosse la si può agevolmente regolare. Con un ago in cui siasi adempita questa condizione due osservazioni fatte nel meridiano magnetico bastano a determinare la inclinazione. Volgonsi successivamente le due facce dell' ago verso l' osservatore, rovesciando la posizione dell' asse sui suoi sostegni in tale maniera che l' orlo dell' ago che è superiore in una osservazione divenga inferiore nell' altra. Osservando gli angoli che fa l' ago con la verticale in queste due posizioni la media della tangente di questi angoli è la co-tangente della inclinazione.

Quando però usansi aghi, i quali non sieno dapprima regolati, come si disse, o che non sieno stati fatti con la dovuta diligenza, occorrono quattro osservazioni, due essendo quelle dianzi indicate, e le altre due simili ad esse, ma coi poli dell' ago rovesciati. Chiamando quindi i primi archi F f e G g quelli quando i poli sono rovesciati; chiamando I la inclinazione e facendo,

$$\begin{aligned} \text{tang. F} + \text{tang. } f &= \text{A} \\ \text{tang. F} - \text{tang. } f &= \text{B} \\ \text{tang. G} + \text{tang. } g &= \text{C} \\ \text{tang. G} - \text{tang. } g &= \text{D.} \end{aligned}$$

La inclinazione sarà calcolata dalla formula seguente.

$$\frac{\text{A.}\ \ \text{D}}{\text{B}+\text{D}} + \frac{\text{B.}\ \ \text{C}}{\text{B}+\text{D}} = 2 \text{ cotang I.}$$

Nel rovesciare i poli non è duopo che la forza magnetica data sia dello stesso grado di quella che aveva l' ago prima dell' operazione. La coincidenza dei poli con le cime dell' asse longitudinale può sempre verificarsi adottando la precauzione di porre l' ago in una scanalatura per evitare il suo movimento laterale, e confinando i lati dell' ago magnetico con regoli paralelli di legno, in modo che la calamita che si muove lunghesso mantengasi sempre nella medesima direzione.

Se la distanza fra i centri di movimento e di gravità è considerabile gli archi nelle osservazioni alternate saranno su differenti lati della verticale, massime quando la inclinazione sia grande. In alcuni casi gli archi al sud della verticale sono espressi negativamente. Gli archi in ciascuna delle quattro posizioni che formano i lati dai quali deducesi la inclinazione sono le medie di parecchie osservazioni, per solito sei, metà delle quali si fanno con la faccia verso l' est, metà verso l' ovest, dopo ogni osservazione sollevandosi sempre l'ago sulle forcelle, e leggermente calandolo sui suoi sostegni. Gli archi indicati dalle due cime dell' ago si avranno a leggere insieme, ad oggetto di correggere gli errori prodotti dalla inuguaglianza delle divisioni o dall' asse dell' ago che non passi esattamente pel centro del circolo.

Per assicurarsi della perfetta orizzonta-

lità dei piani di agata dell' ago di inclinazione, costruito secondo il metodo di Mayer ed adoperato da Sabine, erasi attaccato un livello a bolla ad una piastra circolare di ottone da porsi sopra piani che si riducevano ad essa paralelli. Conoscevansi le differenze di livello mettendo la piastra in varie posizioni orizzontalmente, e le differenze dei piani girando l' intero strumento sopra il suo centro orizzontale. Quando eransi tolte queste differenze e ridotti i piani e la piastra perfettamente orizzontali, i vertici di due coni che partivano perfettamente ad angoli retti dalla piastra, avendo quella per base, ed erano uguali al diametro del circolo graduato dello strumento, avevano a coincidere con le divisioni 90° e 90° del circolo. Quando ciò non era questi coni stessi davano il mezzo di fare la correzione necessaria.

La bussola di inclinazione fornisce un mezzo per determinare la posizione del meridiano magnetico indipendentemente dalla bussola di declinazione; poichè se girasi intorno orizzontalmente l' intero strumento in guisa da porlo successivamente in varii azzimutti, fino a che trovasi quello in cui l' ago assume una posizione esattamente verticale, il piano di questo movimento è esattamente ad angolo retto col meridiano magnetico, ed è facile per conseguenza dedurre questo da quello.

Paragonando la inclinazione della bussola all' orizzonte in due posizioni diverse tali che i piani di sua rotazione sieno perpendicolari l' uno all' altro, si può dedurre la inclinazione dalla seguente formula trigonometrica. Se la inclinazione [illegible] due azzimutti si rappresenta [illegible] e la inclinazione [illegible] quella del meridiano [illegible]

[illegible]

Moltiplicando osservazioni di tal fatta in varii azzimutti, e prendendo la media di tutte, si può giugnere ad una molto accurata determinazione della inclinazione.

Scoresby propose un metodo ingegnoso di conoscere la inclinazione osservando la posizione in cui una spranga di ferro, scevra di magnetismo permanente, perde ogni facoltà di agire sull' ago posto ad una certa distanza da essa, dovendo questa posizione, come Barlow ha dimostrato, essere nel piano dell' equatore magnetico. La inclinazione del piano all'orizzonte è quindi uguale al complemento dell' immersione. Scoresby ha descritto uno strumento per fare questo genere di osservazioni nel T. IX delle Transazioni della Società reale di Edimburgo. All' articolo MAGNETISMO (pag. 180) si è veduto come il Fusinieri suggerisce un modo simile di conoscere la inclinazione.

Altri metodi vieppiù esatti ancora esistono per iscoprire la inclinazione. Si fondano questi sulla misura delle intensità delle forze magnetiche dalle quali l' ago è tenuto in differenti posizioni dell' asse e del piano di rotazione. La forza magnetica derivata dall' influenza della terra, e che agisce nella direzione della inclinazione può risolversi in altre forze che stanno l' una all' altra nella stessa proporzione dei lati dei triangoli che le rappresentano. Gli angoli di questi triangoli, uno dei quali si è la inclinazione, si possono determinare dietro le relazioni trigonometriche di queste linee, due delle quali sieno date. Tutto ciò che occorre a tal fine è di conoscere la relazione delle forze che agiscono in direzione paralella a queste linee, e sono ad esse proporzionali. Vedremo adesso dietro quali metodi si possa misurare la intensità di queste forze.

Intensità. Graham pare sia stato il primo che nel 1722 si sia occupato della disamina di tale ricerca; Muschenbroek se

ne occupò nel 1729; Lemonnier nel 1776; Saussure confrontò la forza magnetica della terra a Ginevra ed alla sommità del Monte Bianco; infine Borda riprese la questione in tutta la sua generalità, ed indicò i mezzi per risolverla con qualche approssimazione. Humboldt ne fece uso ne' suoi viaggi in America, in Francia, in Prussia ed in Italia.

La direzione della risultante delle forze magnetiche del globo viene data dalla bussola di declinazione e da quella di inclinazione. I punti di applicazione delle due componenti e la loro intensità, si determinano con metodi particolari. Suppongasi un ago calamitato liberamente sospeso, ed il quale non obbedisca che all' azione del magnetismo terrestre. Se si considera un qualunque elemento di questo ago abbastanza piccolo perchè abbia uno stato magnetico uniforme, e suppongasi che posseda una piccola quantità di magnetismo boreale libero, questo elemento verrà rispinto dalle forze boreali di tutti i punti della terra ed attratto dalle forze australi, con energia proporzionata alla sua quantità di magnetismo. L' azione di tutte queste forze sull' elemento potrà essere sostituita da quella di due altre forze uguali, paralelle e dirette in senso opposto. Lo stesso sarà per un altro elemento. Siccome poi i punti di applicazione di queste risultanti parziali sono posti a distanza infinita, relativamente alla dimensione dell' ago, così le loro direzioni si potranno considerare come paralelle fra loro. La quistione è quindi ridotta a determinare la risultante del punto di applicazione di forze paralelle che formano due sistemi, l' uno composto di forze che agiscono in un senso su tutti i punti di una delle metà dell' ago, e l' altro composto di forze che agiscono in un senso diverso su tutti i punti dell' altra metà. Ora i principii della statica relativi all' equilibrio delle forze paralelle ci indicano che la risultante essere dee paralella alle componenti, donde ne risulta che l' azione del magnetismo terrestre sopra un ago calamitato può essere rappresentata da quella di due forze uguali, paralelle e dirette in senso opposto, i cui punti di applicazione si trovano da ciascun lato del punto di sospensione dell' ago ad uguale distanza dalle cime, purchè tuttavia la distribuzione del magnetismo libero sia la stessa in tutte due le metà. Questi punti di applicazione non si possono determinare se non quando conoscasi quella distribuzione, atteso che l' azione che ha il magnetismo terrestre sull' ago dipende dalla quantità di magnetismo libero che quello possede. Quantunque perciò questi punti non possono ancora essere determinati, si hanno nondimeno alcuni dati sulla loro posizione relativa. Gli aghi avendo sempre la forma di un cilindro, di un trapezio molto allungato o di un solido che è simetrico relativamente ad un asse longitudinale, ne segue che se la magnetizzazione è regolare la distribuzione del magnetismo è la medesima in ciascuna metà. I punti di applicazione delle due risultanti, i quali altro non sono che i poli dell'ago, devono quindi trovarsi sulla linea che unisce questi poli medesimi ad uguale distanza dalle cime. Abbiamo veduto in quali maniere si verifichi se l' asse di figura dell' ago e l' asse magnetico sieno gli stessi, e come si possa con ripetute osservazioni tenere conto delle differenze.

Per determinare la intensità delle forze magnetiche terrestri si preferisce far uso degli aghi di declinazione, tenendo il conto dovuto della forza d' inclinazione, e ciò per la somma difficoltà che vi è, come vedemmo, di costruire un buon ago inclinatorio, e per la continua mobilità del piano del meridiano magnetico. Ora si può supporre che ciascuna delle risultanti parziali sopraindicate sia decomposta in due

altre, l' una nel senso dell' ago di declinazione, l' altra perpendicolare alla sua direzione. Le due forze particolari non danno alcun movimento a questo ago, il quale non è libero che in direzione orizzontale; le altre due agendo nella direzione dell' ago ed in senso opposto, lo riducono di continuo nel piano del meridiano magnetico quando si rimuove da quello, con una velocità che dipende dalla forza del magnetismo terrestre e del magnetismo libero dell' ago.

I metodi per misurare la intensità del magnetismo terrestre, vale a dire la forza con cui agisce sugli aghi e sulle spranghe magnetiche sono varii, e basterà a noi dare un cenno sui più importanti di essi. Come si è veduto in addietro, Coulomb adoperò la sua bilancia magnetica a torcimento per conoscere l' azione del magnetismo terrestre sopra un ago, cioè la forza direttrice di questo ago che Coulomb chiamava il *momento magnetico*. L' energia con cui l' ago viene ricondotto nel meridiano magnetico, dipende dalla intensità delle componenti orizzontali delle forze attrattive e ripulsive che agiscono su di esso, non che dalla posizione loro, potendo l' asse magnetico riguardarsi come una leva spinta da due forze uguali e dirette in senso opposto. Paragonando l' effetto delle forze orizzontali per ricondurre l'ago nel meridiano magnetico quando se ne è deviato a quello della gravità per ricondurre ugualmente un pendulo nella direzione della verticale, trovasi costruendo il paralellogrammo delle forze, che l' effetto è proporzionale al seno della deviazione. Per verificare questa legge con la sua bilancia magnetica Coulomb sospende al filo di quella un ago di acciaio calamitato tenuto orizzontalmente sopra una ciotola di rame; una lamina verticale dello stesso metallo fissata essendo al ciotolino pesca nell' acqua posta in un vaso al disotto. Questa disposizione ha lo scopo di allentare le oscillazioni, sicchè l' ago giunga più presto allo stato suo di equilibrio. Disponesi l' apparato per guisa che la calamita sospesa essendo nel meridiano magnetico sia diretta verso lo zero della scala, e che il filo non abbia alcun torcimento. Torcesi allora il filo di argento fino a che l' ago calamitato si arresti successivamente ad 1°, 2°, 3°, 4° dalla sua posizione primitiva, e trovasi che gli angoli di torcimento necessarii per mantenere l' ago in queste varie posizioni sono proporzionali al seno dell' angolo che separa l' ago dal meridiano magnetico. Siccome le forze di torcimento sono proporzionali alla deviazione dell' ago, così ne segue che la intensità della forza direttrice orizzontale corrispondente, segue la medesima legge, ed è duopo dedurne che la intensità della forza direttrice orizzontale, decomposta perpendicolarmente alla lunghezza dell' ago, la quale forma altrettante componenti che fanno direttamente equilibrio alle forze di torcimento osservatesi, è proporzionale all' angolo che fa l' ago calamitato col meridiano magnetico. Quando la deviazione supera di molto i 4° o 5° si conosce che la forza di torcimento che la produce cresce realmente come il seno di questo angolo.

Graham, nel 1722, suggerì un altro mezzo di valutare la intensità del magnetismo terrestre, ed è questo fondato sulle oscillazioni che fa un ago liberamente sospeso, allorchè si allontana un poco dalla sua posizione, e si abbandona a sè stesso. Se è regolarmente magnetizzato, e l' asse di sospensione passa pel suo centro di gravità, oscilla sollecitato dalla forza boreale ed australe magnetica della terra, come oscillerebbe separatamente ciascuna delle due metà sollecitata da una di queste forze. Così forma un vero pendulo composto, che resta perfettamente identico,

quando la distribuzione del magnetismo resta esattamente la stessa in tutti i punti dell' ago magnetico; perchè se il fluido prova qualche cangiamento, sia nella quantità, sia nella distribuzione, la risultante avrà un' altra intensità o un altro punto di applicazione, e l' ago formerà un pendulo differente. Supponendo adunque che l' ago rimanga materialmente e magneticamente lo stesso, una differenza nella durata delle sue oscillazioni non potrà dipendere che da una differenza nell' intensità delle forze che lo sollecitano, ed il peso restando lo stesso, non potrà dipendere che da una differenza nell' intensità della forza magnetica.

Ora sotto queste condizioni le intensità della forza e le durate delle oscillazioni sono legate al principio surriferito che le forze sono fra loro come i quadrati dei numeri delle oscillazioni fatte nel medesimo tempo. Così chiamando m la forza che agisce sull' ago quando fa n oscillazioni in un dato tempo, per esempio, in 100″, ed m' la forza che lo sollecita quando fa n' oscillazioni nel medesimo tempo di 100″, si ha

$$\frac{m}{m'} = \frac{n^2}{n'^2}.$$

Se supponiamo $n = 25$,

$$n' = 24,$$

si avrà $\frac{m}{m'} = \frac{625}{576} = 1{,}085$

vale a dire sta la prima forza alla seconda come 1,085 : 1,0 come 1085 : 1000.

Per applicare questo metodo in pratica, si fa oscillare un ago o nel meridiano magnetico intorno alla linea d' inclinazione, o perpendicolarmente al meridiano magnetico. Ora la forza che fa oscillare l' ago di declinazione non è che una parte della forza magnetica della terra, ed una parte tanto più piccola, quanto l' inclinazione è più grande, in modo che ai poli magnetici, ai quali l' inclinazione è 90°, l' ago di declinazione non ha più forza per dirigersi, nè per oscillare. In generale, i essendo l' angolo d' inclinazione di un luogo, la forza terrestre, di cui l' intensità è m, si decompone in due altre per la teoria del paralellogrammo delle forze; l'una verticale, che ha per valore $m.\ sen.\ i$, e che è distrutta dal punto di sospensione, e l' altra orizzontale che ha per valore $m.\ cos.\ i.$, che è la sola efficace per dirigere e far oscillare l' ago di declinazione. Per un altro luogo, in cui l' intensità sia m' e l' inclinazione i', la forza orizzontale, è $m'\ cos.\ i'$, e le due forze sono fra loro come i quadrati dei numeri delle oscillazioni n e n' eseguite dallo stesso ago nel medesimo tempo; per cui si ha

$$\frac{m.\ cos.\ i}{m'\ cos.\ i'} = \frac{n^2}{n'^2}, \text{ ed } \frac{m}{m'} = \frac{n^2.\ cos.\ i'}{n'^2.\ cos.\ i.}$$

vale a dire che avendo osservato in due luoghi differenti i numeri delle oscillazioni n ed n' che fa lo stesso ago nel medesimo tempo, per avere il rapporto delle forze magnetiche, bisogna moltiplicare il rapporto quadrato dei numeri delle oscillazioni pel rapporto inverso dei coseni d' inclinazione.

Ad oggetto di fare con più esattezza simili osservazioni, cioè di contare più facilmente le oscillazioni anche più leggere dell' ago calamitato si adopera un' apposito strumento che dicesi la *bussola della intensità*. Componesi questa di una scatola cilindrica di legno in cui vi è l' ago calamitato coperto di una lastra, nel centro della quale, che è forato, si innalza un tubo di vetro. Alla estremità di questo tubo è adattato un piccolo congegno destinato ad avvolgere il filo di sospensione e componesi di una vite orizzontale che poggia su due piccole traverse verticali. Nell' interno della scatola è stabilmente fissato un arco di circolo di avorio di 60° e diviso in gradi. Nella superficie cilindrica

sono due aperture diametralmente opposte e corrispondenti allo zero dell' arco. Queste due aperture, chiuse da lastre di vetro, servono ad osservare le oscillazioni dell' ago mediante una lente od un microscopio composto che scorre in un cilindro, potendo avvicinarsi od allontanarsi a volontà secondo la vista dell' osservatore. Alla estremità opposta dell' osservatore, avvi una vite di richiamo destinata a far coincidere il centro delle osservazioni con l' incrociamento dei fili del microscopio. Nell' interno della scatola avvi una doppia leva, munita alle cime di due piccoli cilindri verticali col cui mezzo si fa deviare l' ago di un angolo dato. Muovesi questa leva mediante un braccio posto al disotto. Tutto l' apparecchio poggia sopra tre viti non essendovi livello, riuscendo facile di regolare con le viti stesse la posizione per modo che il punto di sospensione dell'ago si trovi nel centro dell' arco di circolo graduato.

. Per adoperare questo strumento cominciasi dall' allentare due piccole pinzette a vite poste sulla scatola che permettono di levare il coperchio ed il tubo, quindi attaccasi al filo di sospensione che porta un uncino, una piastrella di ottone di peso esattamente uguale a quello dell' ago calamitato, ad oggetto di distruggere il torcimento del filo ; poscia mettesi l'ago stesso invece di quella piastrella. Deviasi quindi l' ago di un dato numero di gradi mediante la leva, e si numerano le oscillazioni con l' occhio, quando sono grandi, con una lente se si teme che il calore del corpo vi influisca, o col microscopio quando sieno assai piccole. Si è già veduto che quando un ago calamitato è nella sua posizione orizzontale di equilibrio, se si toglie da quella vi ritorna mediante una serie di oscillazioni la cui durata dipende dalla risultante delle forze magnetiche terrestri nel luogo ove si opera e dal grado di magnetismo dell' ago. Il tempo impiegato da questo per fare una oscillazione, quando il suo magnetismo non cangia, serve per determinare la intensità di questa risultante, applicandosi a tale effetto, come dicemmo, la formula del pendulo, attesochè l' ago che oscilla sotto la influenza del magnetismo terrestre trovasi nelle stesse condizioni di un pendulo che oscilla sotto l' influenza della gravità.

Chiamando N ed N' il numero di oscillazioni eseguite dallo stesso ago nel medesimo tempo T ed in due luoghi ove la intensità delle forze magnetiche sia g, g', si ha

$$N^2 : N'^2 :: g : g'.$$

Conoscendo i tre primi termini di questa proporzione se ne deduce il quarto. Questa formula mostra che la intensità del magnetismo deesi aumentare dall' equatore ai poli.

Questa formula non è applicabile in verun modo alla forza che fa oscillare lo stesso ago posto verticalmente, cioè in un piano perpendicolare a quello precedente, attesochè in allora, come nel caso di un ago che muovesi orizzontalmente, la forza che produce le oscillazioni non è che una parte delle forze magnetiche del globo. Ma se chiamansi N, N', N'' il numero di oscillazioni infinitamente piccole che fa un ago durante il tempo T, quando se lo osserva nella direzione della inclinazione, nella direzione verticale e nella direzione orizzontale, chiamando g, g', g'' le forze magnetiche che agiscono ciascuna in queste direzioni, si avrà :

$$N^2 : N'^2 :: g : g'$$

$$N^2 : N''^2 :: g : g''$$

donde

$$N^2 = \frac{N'^2 g}{g'}$$

$$N^2 = \frac{N''^2 g}{g''}$$

Ma siccome g' e g'' sono le componenti della forza g che agisce nella direzione della inclinazione, così si ha:

$$g' = g \text{ sen. } I,$$

$$g'' = g \text{ cos. } I.$$

Se ne deduce, pel caso dell' ago verticale:

$$N^2 = \frac{N_2}{\text{sen. } I}$$

ed

$$N''^2 = \frac{N_2}{\text{cos. } I}$$

pel caso dell' ago orizzontale.

Il Gauss applicò vantaggiosamente a conoscere le variazioni regolari ed irregolari della intensità il principio del MAGNETOMETRO a due fili. (V. questa parola), trovandosi queste variazioni di intensità in parti della sua scala, che si possono facilmente ridurre in parti della intensità medesima. Nell' apparato onde si fa uso a Gottinga una parte della scala corrisponde ad $\frac{1}{22000}$ della intensità totale. Sospende il Gauss la spranga calamitata invece che ad un solo filo a due uguali, paralelli, equdistanti dal centro di gravità, e nello stesso piano della verticale condotta per quel centro. Facendo girare la spranga di 90° intorno alla verticale il sistema tende a tornare allo stato primitivo con un momento di rotazione che il Gauss chiama *forza direttrice proveniente dalla sospensione*, il cui valore è in ragione inversa dalla lunghezza dei fili, in ragione diretta del quadrato di loro distanza e del peso del corpo. Le parti di questo apparecchio sono mobili in guisa da ridurre lo stato di equilibrio fra la forza direttrice di sospensione e la forza direttrice della spranga magnetica alla posizione in cui la spranga fa un angolo retto col meridiano magnetico, nel qual caso le variazioni dell' intensità si manifestano immediatamente per mezzo dei cangiamenti di posizione. Il Fusinieri osserva che i metodi di misura della intensità magnetica con le oscillazioni soggiacciono ad influenze sensibilissime che non poco allontanano dal vero i risultamenti, dovendo, per esempio, cangiarsi la intensità del magnetismo nelle varie posizioni nelle quali si trovano le spranghe magnetiche oscillanti; mentre invece riducendo una spranga allo stato di equilibrio perpendicolare al meridiano magnetico per dedurre dal rapporto delle due forze direttrici, determinata avendo quella prodotta dalla sospensione, la forza proveniente dal magnetismo terrestre, e le variazioni di questa forza dalle successive differenze di posizione dell' angolo retto col meridiano, il Gauss venne a togliere quasi per intero le cause di errore dianzi accennate. Il Fusinieri osserva aver egli detto *quasi per intero* perciò che deducendosi dalle varie posizioni di equilibrio della spranga fuori di quella normale al meridiano magnetico, le variazioni d' intensità del magnetismo terrestre, viensi ad attribuire tutto il cangiamento a questo solo, e nulla al variare d' intensità della spranga stessa pel cangiare di posizione che fa riguardo al meridiano. Matematicamente parlando, avvi ancora in ciò un qualche errore; ma le variazioni di intensità della spranga dipendenti dalle piccole sue variazioni di posizione presso all' angolo retto col meridiano, sembrano dover essere tanto piccole da potersi trascurare senza errore notabile, attribuendo invece tutto il cangiamento dell' angolo a sola variazione della intensità magnetica terrestre, come fa il Gauss col suo nuovo metodo.

Da molto tempo sentivasi pure il bisogno di poter verificare in qualsiasi tempo se le risultanti delle forze magnetiche terrestri in differenti punti del globo sieno

soggette o no a cangiamenti col volgere degli anni, vale a dire se il valore di questa risultante determinata oggidì rimanga la stessa per varii secoli. Se si potessero costruire aghi perfettamente identici che acquistassero e conservassero sempre la medesima quantità di magnetismo, la soluzione del quesito non opporrebbe difficoltà alcuna, imperocchè basterebbe far oscillare il medesimo ago nello stesso luogo, alla stessa ora e nello stesso giorno dell' anno. Ma questa permanenza dello stato magnetico di un ago non può essere stabile a motivo delle differenze di temperatura che ne modificano la tempera, e per conseguenza il suo grado di magnetizzazione. Obbligati quindi di rinunziare a metodi diretti per istudiare una delle quistioni più importanti della fisica terrestre, si dovette ricorrere a metodi indiretti che presentavano tutti dapprincipio più o meno difficoltà nell' applicarli.

Il primo metodo indiretto propostosi agli sperimenti è dovuto del celebre matematico Poisson, non occorrendo per esso l' uso di aghi identici quanto alla loro costruzione ed al loro magnetismo, nè un valore determinato della magnetizzazione datasi loro. Cominciò il Poisson dal dimostrare avervi una serie di sette quantità il cui valore non dipende dagli aghi impiegati, ma dal magnetismo terrestre soltanto. Questo valore in vero non può ottenersi che per approssimazione; ma siccome lo si può calcolare al grado che si vuole, ne segue che scemansi a volontà gli errori della esperienza. Per procurarsi queste sette quantità, propose il Poisson di far separatamente oscillare due aghi di acciaio calamitati a saturazione e liberamente sospesi pel loro centro di gravità; di determinare il tempo di ciascuna delle loro oscillazioni, e di porre in seguito i centri di gravità dei due aghi sopra una stessa linea diritta, parallela alla forza direttrice del globo. Questi due aghi diriggonsi allora dietro quella linea; si fa quindi oscillare successivamente ciascuno di questi aghi sotto le azioni riunite della terra; e dell' altro ago calamitato in quiete, determinando ugualmente la durata di ciascuna di queste nuove oscillazioni. Finalmente misurasi la distanza dei centri di gravità di questi due aghi, ed i loro momenti di inerzia riferiti al loro asse di rotazione, passando per questi punti medesimi. I risultamenti dati da tutte queste esperienze bastano per calcolare il valore della intensità in un dato tempo. Per applicare questo metodo basta che la magnetizzazione degli aghi non cangi durante l' esperimento per effetto della mutua loro azione, e di quella della terra; condizioni facili a soddisfarsi quando si operi con aghi la cui forza coercitiva non sia molto considerevole.

La natura di quest' opera non permettendoci di entrare in alcun particolare analitico intorno al metodo che abbiamo indicato per ottenere la intensità assoluta del magnetismo terrestre in un tempo qualunque, ci limiteremo ad una semplice indicazione che farà conoscere meglio il principio di questo metodo. Si suppongano rappresentate con F, f, f' le intensità comparate della terra e dei due aghi, e che si faccia uso delle formule analitiche di Poisson e dei valori determinati dalle suindicate esperienze. Si avranno le tre equazioni:

$$F f = k^2, \quad F f' = k'^2, \quad f f' = k''^2$$

k, k', k'' rappresentando quantità dipendenti dal numero delle oscillazioni. Moltiplicando le due prime equazioni si ha:

$$F^2 f f' = k^2 k'^2.$$

Se invece di ff' mettesi il suo valore si trova:

$$F^2 k''^2 = k^2 k'^2$$

e per conseguenza $F = \frac{k k'}{k''}$

Il valore F che è quello della intensità della terra essendo indipendente da f e f'.

Dietro questo cenno si comprende come possa rendersi il valore della intensità magnetica della terra indipendente da quello di ciascuno degli aghi. Poisson non fece però che indicare quel principio per determinare la intensità assoluta del magnetismo terrestre, e Gauss poi lo mise in pratica con un metodo analogo che troppo lungo sarebbe di qui indicare.

Arago propose un metodo più diretto del precedente, mediante il quale può darsi lo stesso grado di magnetismo a due aghi. Fondasi questo metodo sulla proprietà che tiene un ago calamitato posto al disopra di un disco metallico cui si dà un moto di rotazione di essere trascinato con forza tanto maggiore quanto più è forte il suo magnetismo. Evitasi l' azione del magnetismo terrestre, facendo l'esperienza in direzione perpendicolare a quella dell' ago magnetico. Caricando quindi con piccoli contrappesi i capi dell' ago, affinchè il disco girando con determinata velocità lo faccia deviare di un certo numero di gradi, questi contrappesi daranno la misura della intensità magnetica del globo. Non sappiamo che Arago abbia ancora fatto alcuna applicazione di questo metodo; ma l' esperienza ripetuta ogni tanti anni con un disco di uguale natura, e che avesse esattamente le medesime dimensioni, sembra che potrebbe servire a determinare le variazioni della intensità magnetica del globo.

Pouillet partì da un altro principio per giugnere allo scopo medesimo, prevalendosi a tal fine della azione che ha sull' ago magnetico la corrente elettrica. Se in vero si può giugnere a produrre in tutti i tempi ed in tutti i luoghi una corrente elettrica d' intensità costante, è chiaro potere l' azione di essa sull' ago calamitato paragonarsi a quella magnetica della terra, e darne quindi una misura comparabile molto rigorosa; basta perciò ben diffinire le condizioni, nelle quali si fa agire questa forza elettro-magnetica. Vedremo ora quale sia il mezzo che Pouillet stima più facile per ottenere questa forza costante, e quali sieno le condizioni, sotto le quali se la può far agire in maniera perfettamente sicura.

Il rame ed il bismuto, egli dice, sono due metalli che si possono facilmente ottenere allo stato puro, e che inoltre hanno il vantaggio di dare origine ad una corrente termo-elettrica molto energica col loro contatto. La purezza del rame si può del resto verificare *a posteriori*, bastando a tal fine paragonare la sua conducibilità con quella del mercurio distillato. Può quindi riguardarsi come certo che il bismuto depurato, ed il rame provato mediante il confronto col mercurio daranno una corrente perfettamente identica, quando abbiano le stesse dimensioni, ed esattamente la stessa differenza di temperatura fra le due saldature; come, per esempio, di 0° all' una e 100° all' altra. Le dimensioni adottate dal Pouillet sono pel bismuto un cilindro del diametro di 20 millimetri, curvato a squadra alle due cime, lungo 150 millimetri nella parte diritta e 50 millimetri nelle due appendici perpendicolari; e pel rame un filo del diametro di un millimetro e lungo 20 metri. Definitosi così rigorosamente il circuito, la corrente che ne risulterà sarà perfettamente costante in tutti i tempi ed in tutti i luoghi, quando la saldatura fredda sarà ridotta a zero, e quella calda a 100°. Le condizioni che parvero al Pouillet più convenienti per far agire

questa corrente sull' ago calamitato sono quelle che seguono. Fece pel moltiplicatore un telaio di ottone, la parte esterna del quale su cui ravvolgesi il filo era lunga 200 millimetri nella sua parte diritta, le estremità curve essendo archi di circolo di 15 millimetri di raggio, cosicchè un giro del filo corrisponda a circa 500 millimetri di lunghezza. Il filo di 20 metri fa 20 giri su questo telaietto, ed agisce sopra un ago lungo un decimetro, munito ad ogni capo di un indice leggero, sul quale si fanno alcuni riscontri. Quando è posto sopra il suo pernio è facile ricondurlo esattamente allo stesso punto. Il telaio è stabilito sopra l' alidada mobile di un cerchio diviso in guisa da comporre una bussola dei seni: essendo l' apparecchio allo zero, mettesi la saldatura fredda a 0°, e la saldatura calda a 100°. Poi si osserva la deviazione corrispondente, e questa varia, secondo i differenti luoghi od anche secondo i varii tempi, le intensità del magnetismo terrestre essendo fra loro in ragione inversa del seno della deviazione. Pouillet ritiene che questo strumento sia il più semplice ed il più esatto per determinare con certezza la intensità magnetica della terra.

Variazioni del magnetismo in diversi punti del globo. Nel parlare degli effetti del magnetismo terrestre abbiamo accennato più volte come differiscano secondo i varii punti del globo, nei quali si fanno le osservazioni, e ciò accade tanto per la declinazione come per la inclinazione e per la intensità. Esamineremo, ma brevemente, quali sieno queste diverse cause di variazione.

Que' viaggiatori che percorsero il globo nei due ultimi secoli ed in quello in cui viviamo, raccolsero gran numero di osservazioni relative alla declinazione dell' ago calamitato; ma siccome dapprincipio trascurossi nelle osservazioni fatte a bordo delle navi l' azione che avevano sulle bussole le cause locali, così quelle osservazioni sono molto erronee. Halley fu il primo che cercasse di riunire e coordinare le molte osservazioni fattesi fino a lui, e pubblicò nel 1701 una carta in cui erano segnate le linee di uguale declinazione di 5° in 5°. A motivo però dei continui cangiamenti che subisce la declinazione, come più innanzi vedremo, e pei perfezionamenti introdottisi nei metodi di osservazione, si riconobbe che la tavola di Halley era difettosa, quantunque alla prima sua comparsa avesse fatto grande impressione per lo scorgervisi a colpo d'occhio l' andamento della declinazione. Nel 1745 e 1746 Mountain e Dodson, avendo potuto disporre dei registri dell' ammiragliato inglese e delle memorie di parecchi uffiziali di marina, pubblicarono una nuova carta d' inclinazione. Nel 1787 Hansteen diede il quadro più completo che si abbia delle osservazioni di declinazione, essendo unito a questa opera un atlante magnetico, ove si trovano tutte le linee di uguale declinazione. Tale risultava però la mancanza di simmetria di queste linee che fu duopo concluderne le cause da cui dipende il magnetismo terrestre essere irregolarmente scompartite sulla superficie del globo. Pochi anni dopo, cioè nel 1794, Churchman pubblicò un altro atlante magnetico, nel quale cercò dare le leggi della declinazione, fondandosi sulla esistenza di due poli magnetici, l' uno dei quali, nel 1800, era posto alla latitudine di 58° norte ed alla longitudine di 134° ovest di Greenwich, vicinissimo al capo Fairweather, e l' altro alla latitudine di 58° sud, ed alla longitudine di 165° est. Il Churchman avanzò inoltre la proposizione che il polo norte compisse la sua rivoluzione in 1096 anni, e quello sud in 2289. Nel 1823 Barlow riprese il lavoro di Hansteen; ma nel 1836 il capitano

Duperrey pubblicò nuove carte, nelle quali la declinazione dell' ago calamitato trovasi adoperata secondo il vero suo scopo, che è quello di far conoscere la direzione del meridiano magnetico in ciascuno dei punti ove si è fatta la osservazione, e per conseguenza la figura generale delle curve che hanno la proprietà, andando da un polo all' altro, di essere i meridiani magnetici dei luoghi pei quali passano. Migliaia di osservazioni si fecero per tal fine e continuano a farsi in tutti i punti del globo.

La declinazione dell' ago magnetico varia adunque da un luogo all' altro sulla superficie del globo, essendo occidentale in Europa, orientale in America e nella parte settentrionale dell' Asia; ma vi sono alcuni luoghi dove le punte dell' ago si volgono direttamente ai poli del globo, dove, cioè, non vi ha declinazione, ed abbiamo già veduto (pag. 263) come si chiami *linea di non declinazione* quella che passa pei luoghi dotati di questa proprietà. In alcuni tratti sembra questa linea formare parte di un grande circolo della sfera; ma in alcuni altri allontanasi da questa regolarità presentando varie inflessioni nel suo corso. Può riguardarsi siccome incominciata da un punto, che può dirsi il polo artico magnetico principale della terra, la cui esatta posizione non venne perfettamente riconosciuta, benchè gli ultimi viaggi di scoperte in quelle regioni abbiano condotto a maggiore approssimazione nello stabilirne il punto preciso, il quale sembra trovarsi in qualche parte verso ponente nella baia di Baffing. Attraversa poscia gli Stati Uniti dell' America settentrionale, e passa un tratto lungo l' Atlantico, un po' verso al levante delle Isole dell' India occidentale fino a che tocca il punto nort-est del continente dell' America meridionale. Stendesi quindi attraverso l' Atlantico meridionale verso il polo sud, dove i naviganti non possono seguirla. Ricomparisce nell'emisfero orientale al mezzogiorno della terra di Van-Diemen, e passando attraverso la parte occidentale dell' Australia, trovasi quindi nell' Arcipelago indiano. Ivi, secondo Biot, si divide in due braccia, uno dei quali attraversa il mare indiano ed entra nell' Asia al capo Comorino; attraversa l' Indostan e la Persia, e passando per la parte occidentale della Siberia scorre sopra la Lapponia ed il mare del settentrione. Il secondo braccio prosegue più direttamente la corsa verso il norte, attraversa la Cina e la Tartaria Cinese ed esce dall' Asia nella divisione orientale della Siberia ove perdesi nei mari del polo artico. Fra queste due braccia può esistere forse un' altra linea di non declinazione in qualche parte del continente asiatico; ma le osservazioni che intorno ad essa posseggonsi sono troppo imperfette per tentare di segnarla correttamente.

Considerando queste linee asiatiche di non declinazione come se componessero una sola zona, si può figurarsi la terra divisa da questa linea e da quella corrispondente nell' America in due emisferi. In quello di essi che comprende l' Europa, l' Africa e la parte occidentale dell' Asia, nel quale trovasi altresì la maggior parte dell' Atlantico, le declinazioni sono all'occidente. Nell' emisfero opposto, che comprende quasi tutti i continenti dell' America meridionale e settentrionale, e l' intero Oceano Pacifico, insieme con una certa parte dell' Asia orientale, la declinazione ha luogo verso l'oriente.

Altri viaggiatori cercarono altresì la serie dei punti ove stimavano che la declinazione fosse maggiore. Cook trovò una linea di questo genere nell'emisfero australe a 60° 49′ di latitudine e 93°45′ di longitudine occidentale dal meridiano di Parigi. Nell' altro emisfero trovaronsi declinazioni che arrivano fino a quasi 90°. In

que' paesi, dove la inclinazione è grande, la forza direttrice orizzontale dee di necessità essere molto debole; quindi le masse di ferro che trovansi sui vascelli o la vicinanza delle miniere di ferro hanno grande influenza sull' ago calamitato. Si attribuirono a queste cagioni le singolari variazioni osservatesi nel suo andamento in vicinanza dei poli.

Le osservazioni relative alla inclinazione occuparono i viaggiatori non meno di quelle che alla declinazione si riferiscono; quindi se ne trova in gran numero nelle relazioni pubblicatesi; ma sembrano avere minore importanza che quelle sulla declinazione, attesa la utilità di quest' ultima per la determinazione dei meridiani magnetici. La prima carta delle linee di uguale inclinazione sembra essere stata fatta da Wilcke, e si trova inserita nelle Memorie dell' Accademia di Stockolm dell' anno 1768. La stessa carta venne in appresso riprodotta da Le Monnier con notabili modificazioni. Le carte tuttavia meritevoli di particolare considerazione, atteso il tempo in cui vennero fatte, sono quelle di Hansteen pubblicate nel 1819. Fra le linee poi d' uguale inclinazione avvene una, della quale più particolarmente si occuparono i fisici, ed è la linea di non inclinazione cui si è dato il nome di *equatore magnetico*. Se n' era data la figura da quelli qui sopra nominati, e Biot, riassumendo tutte le azioni australi e boreali del magnetismo terrestre in due centri di azione che pone molto vicini al centro del globo, giunse ad una formula, mediante la quale, se la terra fosse perfettamente omogenea, si otterrebbe la latitudine magnetica di un punto della superficie della terra dalla inclinazione dell' ago osservata in questo punto. Questa formula venne trasformata da Bodwich, Malweide e Kraft nella seguente, che è di notabile semplicità: *la tangente della latitudine magnetica di un dato luogo essere doppia della tangente d' inclinazione*. Monket riconobbe con molte prove che si poteva sempre applicarla nelle inclinazioni non maggiori di 50°, e si assicurò che la latitudine del luogo dell' osservazione aveva a contarsi sul meridiano magnetico e non su quello terrestre del luogo di cui si trattava. Ne fece egli uso per istabilire l' equatore magnetico del 1780, lo che aveva fatto anche Hansteen accordandosi quasi interamente i loro risultamenti.

Dapprincipio credevasi che l' equatore magnetico, cioè quella curva formata dalla riunione di tutti i punti in cui non vi ha inclinazione, fosse un gran circolo, il cui piano inclinato di circa 12 gradi a quello dell'equatore, tagliasse questo in due punti o nodi; in appresso si trovò un numero maggiore di nodi, e finalmente Duperrey avendo fatto numerose osservazioni durante il suo viaggio sulla corvetta La Conchiglia, ed essendo passato sei volte pei punti di questa curva, potè determinare con maggiore esattezza di ogni altro la linea dell' equatore magnetico pel 1825. Questa linea, partendo dal nodo atlantico, che è presso l' isola San Tomè, a 5°, 20′ di longitudine orientale, dirigesi verso l' isola dell' Ascensione, passa a 1° 40′ al sud di questa isola; scende obliquamente verso il decimo quinto paralello di latitudine sud che taglia presso San Giorgio entrando nel continente d' America, e che continua in appresso, inclinandosi tuttavia alquanto verso il sud per giugnere fra Rixas e Cuaybas alla latitudine di 15°, 40′ dove è al massimo assoluto di escursione australe. Di là risale sensibilmente al nort, esce dall' America presso a Trudalla posto sulla costa del Perù a 8° di latitudine sud, e stendesi nel grande Oceano equinoziale, riavvicinandosi insensibilmente all' equatore terrestre, il quale non giugne però ad incontrare che fra 166°, 25′

di longitudine occidentale, e 175°, 44′ di longitudine orientale, nel quale spazio si trova il suo nodo polinesio. Partendo da questo nodo la linea di non inclinazione comincia la sua corsa nell' emisfero boreale, passando a piccola distanza dal sud delle isole Mathews, Oualan, Valientes, Hogoleu, Ouliè e Palao, che appartengono al vasto arcipelago delle isole Caroline ; passa in seguito sulla posizione della città di Mindanao e sulla punta norte di Borneo, donde si dirige verso la punta norte di Ceilan, ove finiscono le osservazioni più recenti che servirono a fissarne la posizione. All' est di Ceilan dirigesi verso la parte meridionale dell' isola Socotora il cui meridiano taglia a 11°, 40′ di latitudine nort, almeno per quanto si può giudicare dalle osservazioni già molto antiche di Panton, corrette empiricamente: ridiscende poscia obliquamente verso il sud attraversando l' Africa per venire a raggiugnere l' isola San Tomè, dove è il suo nodo atlantico. Avendo cercato quale sarebbe la posizione del piano medio dell'equatore magnetico. Duperrey trovò che passerebbe a circa nove miglia al norte del piano dell' equatore terrestre ; che farebbe con questo piano un angolo di 10°, 49′ e che il suo asse attraverserebbe la superficie del globo in due punti posti verso le regioni polari, l'uno a 79°, 11′ norte e 78°, 20′ ovest ; l' altro a 79°, 11′ sud e 101°, 40′ est.

Quanto all' andamento dell' inclinazione partendo da Parigi ed andando verso il norte si trovò che il polo australe dell' ago si abbassa sempre più al disotto dell' orizzonte ; che la inclinazione aumenta in pari tempo che la latitudine, e che nelle regioni polari vi sono punti dove essa è di 90°. Dirigendosi all' opposto nell' emisfero australe si riconobbe che la inclinazione scema con la latitudine, e che non lungi dall' equatore vi sono alcuni punti dove l' ago, come dicemmo, è senza inclinazione. Al di là poi di questi punti ricomincia l' inclinazione, ma in senso opposto e continua ad aumentare fino verso il polo ove è di 90°. Si è trovato che la inclinazione restasi pressochè costantemente uguale sui paralelli posti ad uguale distanza dall' equatore magnetico, onde è che supponendo che questa legge continuasse, sembrerebbe doversi dedurre che il massimo d' inclinazione succedesse in due punti opposti della terra, l' uno posto verso il norte, a circa 25° di longitudine occidentale, ed a 76° di latitudine boreale, e l' altro, diametralmente opposto, a 205° di longitudine occidentale e 76° di latitudine sud. Questi punti sarebbero i poli dell' equatore magnetico se questo fosse di figura circolare. In quei punti gli aghi d' inclinazione dovrebbero tenersi in direzione verticale, locchè però non si avvera, dietro quanto mostrano le osservazioni fattesi nel 1818 nei mari del norte dagli Inglesi, i quali avanzarono a 63° di longitudine sul paralello di 75°. Trovarono bensì considerevoli inclinazioni che oltrepassavano 84° e declinazioni occidentali che andavano fino a 87° ; ma secondo questa ipotesi il polo magnetico sarebbe ancora più occidentale che le induzioni precedenti nol dimostrassero.

Quanto a ciò che riguarda la intensità magnetica del globo, formò questa l' oggetto delle ricerche di Graham, poscia occuparonsi ugualmente di tale quistione Muschenbroeck nel 1629 e Le-Monnier nel 1776, quindi Saussure e Borda. Quest' ultimo diede altresì un metodo di approssimazione per risolverla con maggiore esattezza che non si fosse fatto prima di lui. I membri dell' Accademia delle scienze incaricati di estendere le istruzioni per la spedizione di La Perouse raccomandarono di osservare la durata di oscillazione di un ago inclinatorio a stazioni molto lon-

tane ad oggetto di dedurne le differenze fra le intensità delle forze magnetiche corrispondenti a queste stazioni. Le osservazioni fattesi in tale occasione si perdettero la maggior parte insieme allo sfortunato La Perouse. Solo pervennero all' Accademia delle scienze, nel luglio 1787 le osservazioni fatte da Paolo De Lamanon durante quel viaggio, e Duperrey possede la copia di una lettera dello stesso Lamanon diretta al marchese di Condorcet, nella quale trovansi indicati i principali risultamenti delle osservazioni fattesi dopo la partenza da Brest fino al gennaio 1787 che era il tempo in cui la spedizione fece soggiorno a Macao. Duperrey osserva essere strano che questa lettera non siasi inserita nel viaggio di La Perouse, poichè afferma positivamente alcuni fatti importanti dedotti dalla esperienza, e fra i quali meritano particolare osservazione i seguenti:

1.° Che la forza attrattiva della terra è minore nei tropici che avanzando verso i poli;

2.° Che la intensità magnetica dedotta dal numero delle oscillazioni dell' ago inclinatorio varia e si aumenta con la latitudine.

Le istruzioni date per La Perouse rimasero, e vennero poste a profitto da Rossel che accompagnava d' Entrecasteaux nel suo viaggio alla ricerca di quell' intrepido navigatore. Le osservazioni di Rossel si fecero dal 1791 al 1794 con un ago d' inclinazione di cui erasi sperimentata la forza prima della partenza della spedizione; ma nulla prova che al ritorno siasi cercato di conoscere se avesse nulla perduto del suo magnetismo, così che non se ne possono dedurre risultamenti definitivi, se non che con l' appoggio di nuove osservazioni. Nulladimeno l' aumento d' intensità partendo dall'equatore, e dirigendosi verso l' uno dei poli risultò delle osservazioni fatte nel 1792 e 1793 alla terra di Van-Diemen e al Amboina, essendosi De Rossel assicurato che l' ago fra questi due punti non aveva subito alcun cangiamento; questo aumento, di cui daremo più innanzi il valore, servì di dato per dimostrare che la intensità magnetica non è la stessa nei varii punti del globo. Le osservazioni di De Rossel si pubblicarono soltanto nel 1808, dappoichè Humboldt ebbe fatte le sue nel celebre viaggio nell' America dal 1798 al 1803. Rimanevano dubbi tuttavia sul fatto fondamentale scoperto da De Rossel, ma Humboldt gli tolse del tutto, provando con numerose osservazioni, fatte con la massima cura, che la intensità della forza magnetica del globo in differenti punti è varia, aumentando in generale con la latitudine, cioè mano a mano che si va dall' equatore verso i poli. Raccolse egli e dispose ordinatamente tutte le osservazioni fatte nel corso di 32 anni relativamente alla inclinazione ed alla intensità delle forze magnetiche dai poli all' equatore magnetico. Tutte queste osservazioni sono divise in tre serie. La prima contiene il sistema delle inclinazioni e delle *intensità* dal 1798 fino al 1803 in Ispagna, nelle isole Canarie, nell' Oceano Atlantico, nel mare Equinoziale, al norte ed al sud dell' equatore. La seconda abbraccia le osservazioni fatte nel 1805 e 1806 in Francia, in Italia, nella Svizzera e nell' Alemagna; la terza negli anni 1826 e 1829 in Germania, in Prussia e nella Russia Europea, sugli orli del mar Caspio e nel norte dell' Asia, fra l' Oural, l' Altai, le stieppe dei Kirgisi e le frontiere della Cina. Trovò che quello stesso ago, il quale dava a Parigi 245 oscillazioni in dieci minuti non ne dava più che 229 a Cumann (latitudine 10°, 28' boreale) 216 a San Carlos del Rio-Negro (latitudine 1°, 53' boreale) e 211 sotto l' equatore. Questa osserva-

zione sotto l' equatore venne fatta nel settembre 1802, ed un mese più tardi vide nuovamente aumentarsi la intensità nell' emisfero meridionale allontanandosi dall' equatore magnetico. De Humboldt nel pubblicare questa legge dell' aumento del magnetismo verso i poli, mostrò altresì come le intensità variino regolarmente ed a zone. Que' punti della superficie del globo, dove la intensità ha uno stesso valore, formano curve, le quali si dicono *le linee isodinamiche*. Humboldt seguì una di queste linee, che riputava essere quella della minima intensità, la quale tagliava quasi ad angolo retto l' equatore magnetico il Perù a 7° di latitudine australe e 81° di latitudine occidentale. Prendendo quindi per unità la intensità osservata a quel nodo peruviano, Humboldt trovò potersi rappresentare la intensità magnetica a Napoli col numero 1,2745, a Milano 1,3121, a Parigi 1,3482. Riguardò come molto probabile che i limiti della variazione d' intensità del magnetismo sulla superficie del globo stessero fra loro come 1 a 2, 6.

La grande intensità delle forze osservata a Cartagena nelle Indie, alla Avana ed al Messico, prova che la diminuzione delle intensità sotto l' equatore magnetico non si può attribuire che ad un indebolimento nel magnetismo della bussola. Humboldt assicurossi del resto che il magnetismo dell' ago non si era cangiato, fece anche oscillare il suo ago nel meridiano magnetico e nel piano rettangolare; la inclinazione che ne dedusse col mezzo del calcolo si trovò quella medesima che erasi direttamente ottenuta con la esperienza.

Paragonando il valore della intensità espressa da 240 oscillazioni a Cartagena delle Indie (latitudine 10°, 25′ boreale) nell' aprile 1800, con quella rappresentata da 241 a Madrid (latitudine 40°, 15′ boreale), Humboldt scoprì un altro fatto importantissimo, vale a dire il non parallelismo delle linee isodinamiche e di uguale inclinazione. A Madrid nell' ottobre 1798 la inclinazione era di 77°, 62′ ed a Cartagena delle Indie di 39°, 35′. Questi fatti importanti vennero negli ultimi anni confermati dalle numerose osservazioni fattesi nelle spedizioni inglesi alle regioni polari, e nei viaggi intorno al mondo dei navigatori francesi.

Hansteen fece varie osservazioni intorno alla intensità dal 1819 al 1825 nel settentrione dell'Europa e dell'Asia, e particolarmente in Norvegia, sulle sponde del Baltico e del golfo di Botnia, a spese del re di Svezia e dietro la permissione avutane dall' imperatore delle Russie. Segnò egli per la prima volta le linee isodinamiche in una carta che venne alla luce nel 1826, poscia ne diede nel 1832 altre e più complete, nelle quali rese paragonabili le osservazioni, in quanto le circostanze lo permettevano, esprimendo il valore di ciascuna di esse in funzioni del minimo di intensità che Humboldt aveva osservato, come dicemmo, sull' equatore magnetico nell' interno del Perù. Le linee isodinamiche, quali vennero date da Hansteen, somigliano alle linee di uguale inclinazione in ciò che entrambe sono analoghe a paralelli della sfera, ma irregolari, non coincidendo fra loro, vale a dire che tanto ad inclinazione come a latitudine uguali, i rapporti d' intensità magnetica presentano valori spesso molto diversi, come già Humboldt aveva notato durante un viaggio alle regioni equinoziali del nuovo mondo. In appresso si occuparono della stessa quistione i capitani Friehsen, Keilan, Boeck ed Erman sulle rive del Baltico ed in Germania; il maggiore Sabine sulle rive equatoriali dell' Africa e dell' America, nel settentrione dell' Europa, alla Groenlandia ed allo Spitzberg; il capitano Latkè

dal 1826 al 1829 e molti altri navigatori.

Di particolare interesse sono poi le ricerche fattesi dal capitano Duperrey, il quale compiè la carta delle linee isodinamiche rimasta incompleta per mancanza di osservazioni nell' emisfero australe. Al momento in cui questi pubblicò le sue carte delle linee isodinamiche, tutto induceva a credere che la linea senza inclinazione fosse, se non una linea di uguale intensità magnetica, almeno la linea delle più piccole intensità osservate nei meridiani. Questa ipotesi sembrava in effetto risultare dalle osservazioni fattesi fra i tropici da De Rossel, de Humboldt, Sabine, Lathe, Erman e dello stesso Duperrey. Adottando quindi una tale ipotesi la linea senza inclinazione venne da lui considerata in allora siccome il limite delle intensità magnetiche dei due emisferi, di modo che gli spazii, ove il valore della intensità è più piccolo che altrove, si trovano rinserrati lungo questa curva fra due linee isodinamiche di nome contrario, che vengono a terminarvi obliquamente senza passar oltre. Oggidì Duperrey osserva non potersi più ritenere che la linea senza inclinazione sia precisamente quella delle minime intensità magnetiche; ma è ben probabile che non sia molto distante dalla curva che dee avere questa proprietà, e sulla quale, quando se ne conoscerà la posizione, converrà stabilire i punti di retrocedimento delle linee isodinamiche destinate ad avviluppare gli spazii della minima intensità. Duperrey presentò le sue carte delle linee isodinamiche notando in pari tempo quante cagioni potessero influire a scemarne la esattezza. Volle tuttavia paragonare l' insieme di tutte le osservazioni fattesi finora con la teorica, relativamente alla legge, dietro cui la intensità delle forze magnetiche varia a differenti latitudini dall' equatore ai poli. La formula di Biot

$$i = \sqrt{1 + 3 \operatorname{sen}^2 \lambda}$$

che esprime questa legge, nella ipotesi di due centri di azione posti a piccolissima distanza dal centro della terra, suppone che il globo sia perfettamente omogeneo, a tal che non può essere verificata che mediante osservazioni isolate. Ma calcolando la intensità magnetica media della linea equinoziale e di ciascun paralello terrestre di dieci in dieci gradi, col mezzo delle linee isodinamiche, e prendendo la media dei risultamenti così ottenuti pei paralelli omologhi dei due emisferi, Duperrey trovò che la curva dell' accrescimento della intensità magnetica dall' equatore al polo, segnata dietro questi valori medii, non si allontana da quella che risulta dalla formula di Biot che di circa 0,015 dell' intensità presasi per unità, di modo che questa formula sarebbe la vera espressione dell' intensità magnetica della terra, ove questa fosse perfettamente omogenea o regolarmente magnetica su ciascun paralello.

Sabine nel 1838 fece alla Società britannica pel progresso delle scienze una relazione intorno alle variazioni *di intensità* del magnetismo terrestre, unendovi nuove carte delle linee isodinamiche. Servissi a tal uopo, come tutti i suoi predecessori, delle osservazioni raccoltesi dal 1790 fino al 1830; ma potè disporre anche di quelle fatte nel viaggio della nave l' Urania che mancarono a Duperrey, e vi aggiunse altre osservazioni recenti sue proprie, oltre a quelle che Quetelet, Douglas, Fitzroy Estcourt, Rudberg e Lloyd fatte avevano in diverse parti del globo. Malgrado queste numerose osservazioni sembra che non abbiano desse fatto sensibilmente variare la forma delle curve segnate da Hansteen e Duperrey, l' uno per l' emisfero settentrionale e l' altro per quello meridionale; ed anche quei

soli cangiamenti un po' degni di nota che vi si osservano non sembrano abbastanza giustificati.

Finalmente Bache lesse nel marzo 1840 e pubblicò dappoi una Memoria intorno alla intensità magnetica da lui osservata negli anni 1836, 1837 e 1838 in ventuno punti d' Europa, prendendo sempre la media su cinque osservazioni, e tenendo conto delle influenze della temperatura, delle variazioni del cronometro e della perdita di facoltà magnetica degli aghi. I luoghi dove principalmente le osservazioni del Bache non concordano con quelle degli altri sono Chamouny e Flégiére; Forbes dà per l'inclinazione di questi luoghi 65° 00′ e 54° 58′; il Bache invece trovò 64° 38′ 2″, e 64° 35′ 8″, come si rileva dal quadro che qui presentiamo in cui sono riunite tutte le osservazioni dell' autore. Anche per riguardo a Milano, Firenze e Torino, i risultamenti del Bache differiscono da quelli ottenuti da Quetelet, Humboldt e Gay-Lussac. L' intensità orizzontale secondo il primo sarebbe rispettivamente in quelle città di 1,1335; 1,8830, e 1,112, la totale; dietro i secondi 0,9733; 0,9481 e 0,9911. I numeri del Bache differiscono in parte, come si scorge dalla tavola seguente:

Risultamenti delle osservazioni magnetiche disposti secondo l' ordine dell' intensità totale.

Numero	Luoghi	Latitudine	Longitudine da Parigi	Tempo dell' osservazione	Intensità orizzontale, posta 1 quella di Parigi	Inclinazione	Intensità totale, detta 1 quella di Parigi
1	Edimburgo	55°. 57′,N.	5°. 32′,O.	Febbraio 3. 1837	0,841	——	—
2	Dublino	53. 23, »	8. 41, »	Novem. 20. 1836	0,879	——	—
3	Londra	51. 31, »	2. 26, »	Giugno 16. 1837	0,839	69°. 16,0	1,021
4	Brusselles	50. 51, »	2. 02, E.	Luglio 25. 1838	0,969	——	—
5	Berlino	52. 32, »	11. 02, »	Dicem. 16. 1837	0,979	68. 08,5	1,014
6	Parigi	48. 50, »	0. 00, »	Agosto 17. 1837	1,000	67. 20,8	1,000
7	Vienna	48. 13, »	14. 02, »	Marzo 23. 1838	1,090	64. 49,7	0,989
8	Flégère	——	——	Agosto 26. 1837	1,099	64. 35,8	0,987
9	Brienz (lago)	——	——	Settem. 22. »	1,078	65. 06,7	0,987
10	Faulhorn	——	——	Settem. 20. »	1,082	65. 01,7	0,987
11	Ginevra	46. 12, »	3. 49, »	Agosto 25. »	1,086	64. 49,8	0,984
12	Chambery	——	——	Luglio 21. 1838	1,089	64. 35,0	0,979
13	Chamouny	——	——	Agosto 26. 1837	1,088	64. 38,2	0,979
14	Lione	45. 46, »	2. 29, »	Luglio 25. 1838	1,078	64. 49,0	0,978
15	Milano	45. 28, »	6. 51, »	Giugno 10. »	1,111	63. 54,7	0,972
16	Venezia	45. 26, »	10. 01, »	Aprile 11. »	1,129	63. 21,9	0,971
17	Trieste	45. 38, »	11. 27, »	Aprile 4. »	1,128	63. 20,5	0,970
18	Firenze	43. 47, »	8. 55, »	Maggio 28. »	1,170	62. 05,5	0,965
19	Torino	45. 04, »	5. 20, »	Giugno 17. »	1,094	63. 52,2	0,959
20	Roma	41. — »	10. 10, »	Maggio 18. »	1,225	60. 14,0	0,952
21	Napoli	40. 52, »	11. 57, »	Maggio 7. »	1,249	59. 05,1	0,938

Ci rimane solo adesso a parlare di quanto riguarda le linee magnetiche dei meridiani e dei paralelli magnetici. I primi, quali Duperrey gli considera, non sono linee ipotetiche, ma risultano dalla direzione dell' ago calamitato in varie parti del globo. Supponiamo che partasi da un punto qualunque, e che, avanzando sempre nella direzione dell' ago calamitato, prima verso il norte, quindi verso il sud, si uniscano tutti i punti pei quali si passa. La curva che ne risulterà formerà un meridiano magnetico. Se prendesi un altro punto di partenza vicino al primo, e si segni nella stessa maniera un meridiano magnetico, questo incontrerà il primo in due punti posti l' uno presso il polo norte l' altro verso quello sud. Segnando sul globo un certo numero di questi meridiani, e prendendo i punti d' intersezione di due meridiani vicini, si avrà allora in ciascun emisfero una curva chiusa che risulterà dall' unione di tutti i punti d' intersezione. È naturale l' ammettere che il polo magnetico di ogni emisfero si trovi nel centro dell' area chiusa da queste curve.

Oltre ai meridiani magnetici Duperrey segnò nella sua carta curve normali ai meridiani, e che per tale motivo chiamò *paralelli magnetici*, attesa la loro relazione coi paralelli terrestri. Questi paralelli magnetici ed i meridiani corrispondenti tengono particolari proprietà che Duperrey promise di far quanto prima conoscere.

Le irregolarità gia accennate delle curve magnetiche alla superficie del globo spargono molta oscurità sulla posizione ed anche sul numero dei poli magnetici, di quei punti, cioè, ove l' ago calamitato, libero di muoversi in ogni senso, mantiensi verticale perfettamente. Se la terra fosse più omogenea e più regolarmente magnetica l' equatore magnetico sarebbe un grande circolo della sfera terrestre, quello dal quale di poco allontanasi la porzione della linea senza inclinazione compresa nell' Oceano Atlantico ; allora la inclinazione avrebbe lo stesso valore su ciascun piccolo circolo paralello a questo equatore ; finalmente vi sarebbero due poli magnetici opposti ai gradi 76° di latitudine in quelli 25° e 205° di longitudine occidentale. Ma i viaggi fattisi recentemente nei mari polari sembrano provare il polo magnetico boreale essere più occidentale che le precedenti indagini nol dimostrassero. Inoltre per potere ispiegare le inclinazioni osservate in varii luoghi è duopo supporre, come fecero Biot ed Humboldt, e prima il celebre astronomo Mayer, due centri di azione magnetica della terra molto vicini al centro di essa ; ma le inflessioni dell' equatore magnetico obbligano ad ammettere un nuovo centro di azione nel mare del sud, ed Hansteen credette dover concludere dalle sinuosità delle curve isodinamiche nell' emisfero boreale, che possedesse quello per lo meno due centri di azione. Ross, nel memorabile viaggio del 1830, è giunto a porre la sua bussola, per quanto crede, al polo boreale, ed a segnare esattamente il posto da quello occupato sulla superficie della terra. Era questo in allora alla longitudine di 99° 7′, 9″ a ponente del meridiano di Parigi, ed alla latitudine di 70° 5′ 17″. Le osservazioni fatte da Ross a longitudini molto diverse e quasi tutto all'intorno del polo, sembrano non potere lasciare alcun dubbio sulla esattezza di quella determinazione. Inoltre verificò le due circostanze che servono a far conoscere il polo, e sono la verticalità dell' ago inclinatorio in tutti gli azzimutti, e l' assoluta mancanza di forza direttrice nell' ago di declinazione.

Duperrey non ammette la moltiplicità dei poli magnetici introdotta da Halley, confutata da Eulero, e più tardi tornata

in campo da Hansteen. Nelle sue carte Duperrey non indicò i poli magnetici, poichè le linee isodinamiche non sono abbastanza esatte per dare il modo di determinarne con sicurezza la posizione; ma segnò nelle regioni polari due spazii ombreggiati, limitati da linee isodinamiche di assai grande intensità, nei quali a suo credere devono contenersi necessariamente i poli di cui si tratta. Lo spazio boreale è molto allungato, e le sue due cime sono l' una sul lato norte dell' Asia, l' altra su quello norte dell' America. Lo spazio australe è un circolo irregolare compreso fra la terra di Van-Diemen ed il polo di rotazione del globo.

Kupffer non riguarda però esenti da ogni obbiezione i metodi dietro i quali si determinò la posizione dei poli magnetici, non potendosi stabilirla che sulle osservazioni raccolte in molta vicinanza dei poli, come quelle fatte dai naviganti inglesi che sono stati i primi ad intraprendere viaggi in quelle regioni. Egli crede esservi troppe osservazioni che tendono a provare che le azioni magnetiche della terra emanano da punti molto vicini al centro di essa, perchè si possano adottare poli magnetici posti in prossimità a quelli terrestri. Crede più naturale supporre, dietro la osservazione di Arago, che tutta la massa della terra sia magnetica, e che agisca per tale riguardo presso a poco come una sferoide di ferro dolce, le cui azioni magnetiche sembrano ugualmente emanare dal centro.

Si fecero altresì esperimenti per conoscere se la intensità del magnetismo variasse a differenti altezze nello stesso punto del globo. Da alcuni di essi, fatti sul colle del gigante vicino al Monte Bianco, la cui altezza è di 3435 metri, de Saussure dedusse che la forza magnetica della terra trovavasi ivi ridotta a 4/5 di quello che era nella sottoposta pianura. Fece questi sperimenti semplicemente con un ago magnetico sospeso ad esilissimo filo di seta. Nel 1804 Gay-Lussac e Biot fecero una ascensione aerostatica espressamente per accertarsi se risultasse alcuna sensibile diminuzione della forza magnetica a considerevoli altezze dal suolo. Portarono eglino seco un ago diligentemente costruito da Fortin e magnetizzato da Coulomb secondo il metodo di Epino. Ebbero ogni cura che non entrasse ferro nella costruzione della navicella del pallone; i soli oggetti di ferro che portarono seco essendo stati alcuni coltelli ed un paio di forbici, che erano sospesi al disotto della barchetta alla distanza di 25 a 30 piedi, così che non potevano avere sensibile influenza. La continua rotazione del pallone sul proprio asse durante l' ascesa parve a primo aspetto presentare un ostacolo insuperabile alla osservazione delle oscillazioni dell' ago; ma fissatasi una linea con alcuni oggetti terrestri, si avviddero che non girava sempre nella stessa direzione, ma che il moto rotatorio andava sempre scemando, e quindi prendeva una direzione opposta. Cogliendo i brevi intervalli in cui rimaneva stazionario il pallone fra questi due movimenti poterono osservare 5 od al più 10 oscillazioni ad un tempo. Erano tuttavia obbligati a guardarsi diligentemente dalla menoma agitazione; imperocchè il più leggero movimento, come quello necessario per lasciare sfuggire il gas od anche solo il muovere la mano per iscrivere, bastava a far girare il pallone. Con tutte queste precauzioni che cagionarono lunga perdita di tempo, poterono fare dieci esperimenti nel corso del viaggio ed a varie altezze. Trovarono in questi che l' azione magnetica decresce assai lentamente a misura che si va allontanandosi dalla terra, poichè avendo fatto oscillare lo stesso ago a terra e ad un' altezza di 3600 tese, non trovarono che differenze quasi insensibili

nel numero di oscillazioni fatte nel medesimo tempo. Abbiamo veduto come da queste conclusioni differissero le osservazioni fatte da Saussure. Kupffer stabilì pure alcuni fatti importanti su tale quistione nel corso di una gita sulla cima del monte Elbrouz nel Caucaso, intrapresa per ordine dell' imperatore delle Russie nell' anno 1829, e della quale rese conto in uno scritto pubblicato nelle Memorie dell'Accademia imperiale delle scienze di Pietroburgo nel 1830. Kupffer stabilisce che la intensità del magnetismo terrestre decresca realmente a misura che si va innalzandosi sopra al livello del mare, e che questo decrescimento sia più considerevole assai che nol dovrebbe, secondo la ipotesi generalmente ammessa di un centro delle forze magnetiche posto nel centro del globo. Egli dice altresì che gli esperimenti di Gay-Lussac e Biot nell'ascensione dianzi accennata avrebbero dato la stessa conclusione invece che non palesare differenza sensibile nella intensità, se vi si avesse tenuto conto dell'essere la temperatura bassissima nelle alte regioni dell' atmosfera in cui quelle osservazioni si fecero, essendo ben naturale che la forza magnetica dell'ago stesso dovesse ivi essere più grande che nell' atmosfera meno fredda alla superficie del globo; quindi è che se la forza terrestre non si fosse realmente diminuita, avrebbe dovuto apparire un aumento della intensità magnetica, che sarebbe stato indicato dalla accresciuta frequenza delle vibrazioni in un dato tempo. Dal non essersi osservato questo aumento Kupffer conchiude la forza del magnetismo terrestre essere in fatto minore a quella altezza cui que' fisici erano giunti che nol fosse alla superficie del globo. Non vi è dubbio pel fatto che negli esperimenti di tal genere non abbiasi sempre a notare accuratamente la temperatura, come essenziale elemento dei ragionamenti che su quelle osservazioni voglionsi istituire. A questa opinione del Kupffer sarebbero d' appoggio alcune esperienze fatte recentemente da Lauzier e Mauvaise alla sommità dei Pirenei e propriamente sul Canigou. Secondo le loro osservazioni risulta, che chiamando mille l' intensità della forza magnetica a Vernet al piede del monte, la stessa intensità fu di 988 alla cima di quello. Per tal modo sembrerebbe stabilito che la intensità magnetica subisse notabile diminuzione per la differenza di altezza fra le due stazioni, che è di 2133 metri.

Nel 1820 Hamsteen fece pure alcune osservazioni a Copegnahen in una torre rotonda i cui muri hanno $1^m,50$ di grossezza, e che è alta 41 metri; nel centro avvi un cilindro cavo il cui diametro è di $1^m,56$, si sale alla cima della torre per una strada spirale che gira intorno al cilindro interno. Trovò la durata di 300 oscillazioni dell' ago variare come segue:

In un giardino fu di . .	$779'',0$
Al piede della torre . .	787 ,0
Alla sommità della torre .	842 ,4
Scendendo di un giro della strada spirale . . .	836 ,6
Scendendo di altri due giri	837 ,3
Scendendo un altro giro e mezzo	834 ,4
Scendendo altri due giri .	804 ,1
Al piede della torre nell' interno	813 ,0.

Pare a vero dire sbagliata la cifra di 804,6, ma anche indipendentemente da quella, i risultamenti presentano differenze così notabili nella durata delle oscillazioni che eccitarono la sorpresa e la attenzione di Hamsteen, il quale avendo moltiplicato il numero de' suoi sperimenti giunse al risultamento che quando un ago orizzon-

tale trovasi collocato al piede di un oggetto verticale qualsiasi, oscilla più presto quando è verso il norte che quando è verso il sud; accadendo l' opposto all' estremità superiore. Da questo fatto Hamsteen dedusse che un oggetto verticale di qualsiasi natura abbia due poli magnetici distinti, i quali sono fra noi quello sud alla cima e quello norte alla base. Questo effetto sarebbe analogo a quello delle spranghe verticali di ferro dolce, e fornirebbe una prova di più del fatto che tutte le sostanze sieno realmente dotate dalla proprietà di magnetizzarsi, benchè in grado minore dell' acciaio e del ferro, come si è veduto nell' articolo MAGNETISMO (pagine 185, 187, ecc.) essere l' opinione di molti.

È probabile che la diminuzione della forza magnetica segua la legge inversa del quadrato della distanza, come le attrazioni magnetiche. Vi è pure qualche probabilità di supporre che gli astri, la luna, il sole e simili, sieno dotati anch' essi di forza magnetica. Se così è la loro azione dee reagire sui nostri aghi in ragione della loro distanza e della loro posizione relativamente a noi. Siccome questi ultimi elementi cangiano per effetto dei movimenti della terra e dei pianeti, ne devono risultare variazioni diurne ed annue. Tuttavia si attribuiscono queste variazioni, come vedremo, a tutte altre cause, benchè forse anche da queste in parte dipendano: è certo ad ogni modo però esservene alcune altre, le quali non può negarsi che non cooperino a quegli effetti.

Variazioni. Oltre alle differenze che apportano nella declinazione, nella inclinazione e nella intensità del magnetismo terrestre, i varii punti del globo o le diverse altezze in cui si fanno le osservazioni che ad esso si riferiscono, si notano altresì cangiamenti in quelle sue proprietà anche nel luogo medesimo, ed è di queste che qui intendiamo parlare separatamente. Le variazioni cui va soggetto il magnetismo senza mutazione di luogo possono in quattro classi dividersi, secondo che accadono solo in capo ad un grande numero di anni, e le chiameremo *secolari;* oppure pel mutare delle diverse stagioni nel corso dell' anno e le diremo *annue;* o con le diverse ore del giorno e le chiameremo *diurne;* o finalmente per effetto di circostanze momentanee ed incerte, e le distingueremo col nome di *eventuali.* Brevemente sì, ma pure crediamo utile di qui comprendere un cenno di tutte queste quattro specie di variazioni.

Per mancanza di osservazioni non si può risalire più in là del 1580, per conoscere i cangiamenti avvenuti nella declinazione dell' ago magnetico in un dato luogo. A quel tempo a Parigi la cima norte dell' ago deviava verso levante di 11° 30′; nel 1663 l' ago trovavasi nel meridiano terrestre, in appresso la declinazione divenne occidentale, e nel 1814 aveva raggiunto il suo massimo di 22° 34′ e andò poi sempre diminuendo, sicchè nel 1825 era di 22° 22′. A Londra parimenti nel 1576 la declinazione era di 10° 15′ verso levante; nel 1659, l' ago era nella direzione del meridiano magnetico, cioè la declinazione era nulla; poscia divenne orizzontale, essendo giunta al suo massimo di 24° 30′ nel 1815, decrescendo poi, sicchè nel 1831 era ridotta di 24° 0′. Osservazioni fatte al Capo di Buona Speranza mostrarono le variazioni secolari seguire un analogo andamento anche nell' emisfero meridionale.

Secondo Kupffer le variazioni delle declinazioni osservate in uno stesso luogo mediante le oscillazioni di un ago sono quasi unicamente dovute a quelle della inclinazione.

È certo ad ogni modo che anche la inclinazione ha cangiamenti corrispondenti,

benchè meno grandi che la declinazione. Così a Parigi era nel 1671 di 75° 0′ e andò poi sempre diminuendo, fino a che nel 1829 più non era che di 67° 41′. A Londra parimente nel 1720 la inclinazione era di 74° 42′, e nel 1830 di 69° 38′ soltanto. Si considera la variazione progressiva che prova la inclinazione come la conseguenza necessaria di un cangiamento nella latitudine magnetica, proveniente dai nodi dell' equatore magnetico modificato dalla forma della curva.

Humboldt ed Arago cercarono di calcolare la diminuzione annua della inclinazione prodotta dal movimento dell' equatore magnetico. Paragonando le osservazioni nel 1778 e nel 1810 per Parigi la diminuzione annua è di circa 5′; mentre invece secondo quelle dal 1820 al 1825 sembrerebbe essere di 3′ 3″ soltanto. Le osservazioni fatte a Torino dal 1805 al 1826 danno 3′ 5″, e quelle di Firenze 3′ 3″. Sabine, paragonando la inclinazione presente con quella osservata negli ultimi 50 anni, conclude l' annua diminuzione media essere di circa 3′. Barlow trova che questa osservazione accordasi molto prossimamente con quello che avrebbe luogo nel caso della supposizione di un moto uniforme di rivoluzione del polo magnetico intorno a quello della terra. Dietro le più autentiche osservazioni sulla inclinazione e declinazione dell' ago in Londra, egli calcola che la longitudine della estremità settentrionale dell'asse magnetico polare fosse nel 1818 67° 41′ ovest, e la sua latitudine 75° 2′ norte. Se si suppone che il movimento di questo polo sia stato uniforme fino dal 1660, quando per la mancanza di declinazione la sua longitudine doveva essere zero, e se inoltre si è mantenuto alla stessa distanza dal polo terrestre, l' annuo movimento della sua rivoluzione dev' essere stato di circa 25° 4′. Gli occorrerebbero quindi 850 anni per fare una intera rivoluzione di 360. Computando dietro questi dati ne seguirebbe che la declinazione giugnerebbe al suo massimo quando la longitudine del polo magnetico fosse 70° 23′ ovest. Sarebbe giunto a questa situazione circa nell' anno 1824, al qual tempo la declinazione era stazionaria, raggiunto avendo veramente il suo massimo, e dopo quel periodo andò in vero retrocedendo.

Calcolando quale sarebbe stata la inclinazione, secondo la ipotesi di Barlow, si trova un'indicazione assai prossima a quella realmente osservatasi. Ne segue da questa ipotesi che la inclinazione non decresce uniformemente, ma dee cangiare assai più rapidamente in adesso di quello che non l' abbia mai fatto da che si incominciarono le osservazioni magnetiche. Il suo decremento durante i 5 anni che precedettero il 1824 fu di circa un mezzo grado, e desso ha pure diminuito di uguale quantità durante i 5 anni seguenti. Barlow ha computato che nel 1828 la variazione sarebbe stata di 24° 29′ e la inclinazione 69° 43′, e nel 1833 la declinazione di 24° 26′ e la inclinazione di 69° 21′. Egli riguarda la quasi concordanza di questi risultamenti con quelli veramente osservati, come valida conferma della verità della sua ipotesi.

Apparisce quindi e dalla osservazione e dalla teoria che la inclinazione cangia presentemente più che la declinazione; e la teoria fa ritenere che questa debba continuare a decrescere insieme con la declinazione per circa 250 anni, in capo ai quali, cioè nel 2090, la longitudine del polo magnetico sarà 180, la declinazione sarà nulla, e la inclinazione solamente di 56° che sarà il suo minimo; entrambe andranno poscia crescendo insieme pei primi 260 anni, al qual tempo l'ago darà la sua massima declinazione orientale, e quindi ritornerà di nuovo verso il norte,

la declinazione decrescendo, ma continuando ad aumentarsi la inclinazione per altri 165 anni, cioè fino all' anno 2515, al qual tempo il polo magnetico trovandosi nel meridiano di Londra, la declinazione sarà zero e la inclinazione ascenderà a 77° 43'. Barlow stesso però avanza queste asserzioni soltanto come una ipotesi, la giustezza della quale rimane a determinarsi dalla futura esperienza.

Halley espose una singolare supposizione per ispiegare i progressivi cangiamenti che avvengono nella declinazione della bussola. Suppone egli che il globo da noi abitato sia soltanto un guscio esterno che contenga verso il suo centro un nucleo magnetico staccato, il quale giri insieme col guscio esterno sopra un asse simile con velocità pressochè uguale. Egli suppone che tutte e due queste sfere sieno magnetiche, e che ciascuna di esse abbia due poli, quelli dell' una non corrispondendo alla situazione di quelli dell' altra. Imagina che la differenza nei periodi di rotazione delle due sfere sia eccessivamente piccola, ma bastante a divenire sensibile, dopo il corso di varii anni, ed a produrre un cangiamento nella situazione relativa delle due posizioni dei poli magnetici, derivandone quindi cangiamenti nella direzione delle risultanti della loro azione, e corrispondenti variazioni nella declinazione dell' ago magnetico. Per quanto ingegnosamente questa ipotesi venisse imaginata era troppo ardita e capricciosa per venire generalmente adottata. Il suo autore tuttavia ebbe il candore di confessare che presenta numerose difficoltà ed obbiezioni che non si possono togliere che con la esperienza continuata per un lungo periodo di tempo. Concluse lo scritto pubblicato nelle Transazioni filosofiche del 1683, nel quale sviluppò la sua teoria, con le seguenti parole. « Se però queste poche magnetiche muovansi con un solo movimento o con varii; egualmente od inegualmente; circolarmente od a vibrazioni; sopra qual centro, se circolarmente; in quale maniera se a vibrazioni; sono segreti affatto sconosciuti all' uomo e riservati all' industria dell' età futura. »

Oltre alle variazioni onde si è parlato l' ago magnetico è soggetto altresì ad oscillazioni annue che sembrano riferirsi alla posizione del sole nel momento degli equinozii e dei solstizii. Le osservazioni a ciò relative, e la scoperta di questo fatto devonsi a Cassini nel 1786, ed ecco le conseguenze che egli ne trasse.

Nell' intervallo dal mese di gennaio e quello di aprile l' ago calamitato si allontana dal polo norte per modo che aumenta la declinazione occidentale. Dal principio di aprile fino al principio del luglio, vale a dire in tutto il tempo che passa fra l' equinozio di primavera ed il solstizio di estate, la declinazione diminuisce. Dopo il solstizio di estate e fino all' equinozio della primavera seguente l' ago riprende il suo cammino verso ponente, cosicchè nell' ottobre si trova presso a poco nella stessa direzione che nel maggio; fra ottobre e marzo il moto occidentale è minore che nei tre mesi precedenti. Da ciò ne risulta che durante i tre mesi trascorsi fra l' equinozio di primavera ed il solstizio di estate l' ago retrocedette verso levante, e nei nove mesi seguenti il suo andamento generale invece si diresse verso ponente. Cassini osservò altresì che si avevano le stesse deviazioni anche nelle cantine dell' Osservatorio di Parigi, dove non penetra luce, e dove la temperatura è sensibilmente costante. Questi risultamenti generali si accordano con quelli ottenuti in appresso da Gauss e Weber con nuovi metodi più delicati di osservazione.

Arago, volendo confrontare le osservazioni fatte in varii luoghi, prese la declinazione media di ciascun giorno, che è la

metà della somma di due declinazioni massima e minima, poi la declinazione media di ciascun mese, che è la somma delle medie di tutti i giorni divisa pel numero di questi giorni medesimi. Tutte le declinazioni medie osservate a Parigi per ciascun mese, dal 1784 fino al 1788, vennero poste in un solo quadro, ed in un altro misersi le declinazioni medie di Londra verso gli equinozii ed i solstizii dal 1793 fino al 1805, calcolati dietro le osservazioni di Gilpin. Paragonando tutti questi risultamenti, Arago trovò un massimo di declinazione verso l' equinozio di primavera ed un minimo al solstizio di estate, con questa differenza tuttavia che l' ampiezza delle oscillazioni fu minore a Londra che a Parigi. Paragonando poi le osservazioni fatte da Cassini nel 1786 con quelle del 1800 corrispondenti alle misure di Gilpin, riconobbe che differivano in un solo punto: nel 1786 il cangiamento annuo della declinazione era di 0° 9', mentre nel 1800 era appena di 0° 1'. Quindi il moto retrogrado dell' ago fra l' equinozio di primavera ed il solstizio di estate si affievolì in pari tempo che il movimento generale ed annuo verso occidente. Arago diede pure un quadro delle declinazioni osservate da Bowditch nel 1810 a Salem negli Stati-Uniti: ivi la declinazione è occidentale e da molti anni scema gradatamente di circa 0° 2' all' anno. Esaminando quei risultamenti non vi si trovò alcun indizio del periodo da Cassini indicato, non essendosi diminuita la inclinazione fra l' equinozio di primavera ed il solstizio di estate, essendosi invece aumentata dall' aprile fino all' agosto e scemata fra il settembre e il dicembre. Forse che il periodo di Cassini ivi si era trasportato dalla primavera all' autunno. Se si confermasse questa conghiettura, le oscillazioni, secondo Arago, si regolerebbero dietro i seguenti principii:

1.° Quando l' ago allontanasi dal meridiano la declinazione essendo occidentale ha un movimento retrogrado che l'avvicina al piano di quello. Tale si è la scoperta del Cassini.

2.° Questa oscillazione retrogada è tanto più estesa quanto è maggiore l' annuo cangiamento della declinazione. Questa conseguenza risulta dal confronto delle osservazioni del Cassini con quelle di Gilpin.

3.° La oscillazione sparisce e tutti i mesi danno presso a poco la stessa declinazione media quando l' ago essendo giunto al limite della sua corsa occidentale non vi fu cangiamento annuo di declinazione. Questo fatto risulta dalle osservazioni fatte in Inghilterra verso il 1819 da Beaufoy.

4.° Finalmente quando la declinazione occidentale scema di anno in anno non si notano più oscillazioni sensibili dell'ago verso levante, se non che fra i mesi di settembre e dicembre, dietro quanto mostrano le osservazioni di Bowditch.

Indipendentemente dai cangiamenti dianzi accennati, la posizione dell' ago magnetico è soggetta ad alcune piccole variazioni anche secondo le diverse ore del giorno. Questo diurno cangiamento della declinazione venne per la prima volta scoperto, secondo alcuni nel 1722, e secondo altri nel 1724, da Giorgio Graham, e venne poscia confermato da altri osservatori. Questi cangiamenti tuttavia sono piccolissimi, e richiedono le più accurate osservazioni, e gli strumenti più delicati perchè riescano sensibili anche nell' ago orizzontale; è più difficile lo scoprirli nell' ago d' inclinazione, il quale non può sospendersi con uguale mobilità.

All' articolo CALAMITA nel Dizionario (T. III, pag. 160) descrivemmo l' apparato che si adopera a Parigi per tenere conto delle variazioni diurne della declinazione. Hansteen, il quale sembra essere

stato uno dei primi a studiare le variazioni diurne cui va soggetta la intensità delle forze magnetiche terrestri, servissi per questo oggetto di un ago di acciaio lungo 64 millimetri e del diametro di 2, sospeso per un filo di seta non torto e chiuso in una cassetta al cui fondo trovasi un arco graduato, sul quale si misurano l'ampiezza delle oscillazioni, cominciando solo a contare al momento in cui queste erano di 20°. Stabilivasi quindi la durata delle oscillazioni mediante un cronometro, e sapendosi le intensità essere in ragione inversa del quadrato del tempo delle oscillazioni, prendevasi una di queste misure per unità. Così in una esperienza fatta da Hansteen, avendo egli trovato che occorrevano 813″, 6 per fare 300 oscillazioni, ed avendo considerato l' intensità magnetica di quel giorno come un minimo, prese questo valore per unità, e calcolò le altre intensità T corrispondenti alle durate I, mediante la proporzione

$$I = \left(\frac{813''6}{T^2}\right)^2.$$

Barlow per rendere più visibili queste oscillazioni diurne, imaginò di scemare l' ordinaria forza direttrice dell' ago mediante la influenza di una o due calamite, poste in tale posizione relativamente all' ago da opporsi all' azione terrestre su di esso e quasi neutralizzarla. Essendo così tolta l' azione ordinaria, era lasciato più libero di cedere alla variazione diurna, i cui effetti divenivano assai più visibili; potendosi quindi stabilire con grande precisione, non solamente l' importanza dei cangiamenti prodotti, ma il momento in cui avevano luogo ed il loro massimo. Queste speranze vennero amplamente giustificate dal buon successo delle esperienze del Barlow stesso e da quelle di Christie riferite nelle Transazioni filosofiche degli anni 1823, 1825 e 1827.

Hansteen trovò 1.° che la intensità magnetica è soggetta a variazioni diurne; 2.° che il minimo di questa intensità ha luogo fra le 10 e le 11 della mattina ed il massimo fra le 4 e le 5 pomeridiane; 3.° che le intensità medie mensili sono anche esse osservabili; 4.° che la intensità media verso il solstizio di inverno supera di molto quella trovata dai giorni similmente collocati per riguardo al solstizio di estate; 5.° che le variazioni di intensità media da un mese all' altro sono al loro minimo in maggio ed in giugno ed al loro massimo negli equinozii. Anche la inclinazione, secondo Hansteen, va soggetta a variazioni diurne, le quali, a suo credere, sono di circa 15′ maggiori l' estate che l' inverno e 4 a 5′ più grandi la mattina che dopo il meriggio, e ne concluse che le variazioni d' intensità avevano ad attribuirsi a cangiamenti d' inclinazione.

In Europa la cima boreale dell' ago orizzontale cammina tutti i giorni dal levante verso ponente dal levare del sole fino ad un' ora pomeridiana; quindi con movimento retrogrado torna verso levante, in guisa da riprendere presso a poco la stessa posizione del mattino alle ore *dieci* della sera, rimanendo quasi stazionario durante la notte, per ricominciare il dì appresso le sue periodiche deviazioni.

A Parigi la media variazione diurna pei mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto e settembre è di 13 a 15′, e pegli altri mesi di 8 a 10′. In alcuni giorni giugne fino a 25′ ed in altri invece non supera i 5 a 6′.

La massima deviazione non succede alla stessa ora in tutti i punti del globo: così Dove annunziò la massima deviazione orientale a Freyberg, a Nicolaïeff ed a Pietroburgo avveniva alle 8 del mattino; a Cazan a 9 ore; il massimo della deviazione occidentale a Cazan, Nicolaïeff e Pietroburgo a 2 ore dopo il mezzogiorno

ed a Freyberg ad un' ora. In Danimarca, nell' Islanda e nelle regioni settentrionali le corse diurne dell' ago calamitato sono più grandi, ed altrettanto regolari, ma non si arrestano durante la notte: da tutto ciò si concluse che le variazioni diurne aumentano andando dai nostri climi verso settentrione e diminuiscono poscia fino all' equatore magnetico, dove sono debolissime. Quantunque le variazioni dell' ago calamitato sieno soggette ad un movimento regolare, e che nei nostri paesi è da levante a ponente, tuttavia non si trovano due giorni in un anno i quali somiglinsi perfettamente sotto questo riguardo. Tale osservazione fattasi da lungo tempo venne confermata dalle indagini di Gauss e di Weber, i quali spinsero l' esattezza fino ai secondi di grado.

Una importante ricerca, e che sembra risolta dietro le ricerche di varii sperimentatori, si è quella di sapere se le variazioni diurne sieno le stesse per le spiagge orientali e per quelle occidentali di un medesimo continente. Ben si comprende essere questo un dato essenziale per la spiegazione del fenomeno; essendovi un tal legame fra il movimento del sole e quello diurno dell' ago che sarebbe stato molto naturale d' attribuire quest' ultimo ad alcuni cangiamenti di temperatura negli strati superficiali del suolo; e siccome le acque ed i continenti si trovano per questo riguardo in circostanze affatto diverse, così gli aghi posti sulle spiagge orientali od occidentali non potrebbero certamente presentare le stesse variazioni. Gli offiziali della nave francese la Venere osservarono a Petropauloskoi, sulla spiaggia occidentale del Kamtschatka, quanto alle ore ed alle ampiezze, gli stessi movimenti diurni che si erano osservati sulla spiaggia orientale. Quindi la inuguale distribuzione a destra ed a sinistra del meridiano magnetico non sembra avere un' influenza sensibile sulle variazioni diurne dell' ago calamitato. Gli stessi offiziali verificarono pure nell' emisfero australe, a Callao sulle spiagge del Perù, un fatto importante già indicato da Gay e posto da lui fuori di ogni dubbio in varii punti della costa del Chilì, e particolarmente a Valdivia con un anno intero di osservazioni. In quei paraggi l' ago ha nel corso del giorno tre punti in cui si arresta ed una doppia oscillazione. Il mattino avanza all' est; nel mezzo della giornata retrocede verso l' ovest; poi la sera, cominciando da tre a quattro ore dopo il mezzogiorno, riprende il suo movimento verso l' est. Finora non si è osservato alcun fenomeno simile nell' emisfero boreale. Innanzi che si fosse bene stabilito questo fatto erasi creduto che le variazioni diurne australi fosssero analoghe a quelle boreali quanto alle ore ed alle ampiezze; ma contrarie quanto al senso del movimento; venivasi così a dedurne la conseguenza che dovesse avervi in qualche parte della zona equatoriale vicino all' equatore terrestre od all' equatore magnetico una linea senza variazioni diurne, essendo impossibile passare da un movimento ad uno opposto senza che vi abbia un punto di quiete. Ora, senza perdere di vista questa conseguenza, conviene cercare questa linea di quiete, se pure esiste, non che i suoi spostamenti annui o secolari se ne presenta; ma in pari tempo conviene esaminare la estensione ed i limiti geografici di questo movimento diurno a doppia oscillazione, e conoscerne tutte le circostanze relativamente alle stagioni ed alle condizioni geologiche ed idrografiche, e finalmente cercare se non v' abbia un modo particolare di passaggio dall'emisfero boreale a quello australe sopra una certa zona, la cui posizione converrebbe determinare tanto relativamente all' equatore terrestre, come a quello magnetico.

La causa che produce le variazioni

diurne ignorasi fino adesso se sia una forza secondaria o perturbatrice fatta agire accidentalmente sotto l' influenza del calore, della luce o della irradiazione solare, oppure se sia la forza magnetica stessa, la quale provi nella sua direzione e nella sua intensità modificazioni giornaliere che ne cangino periodicamente gli effetti sull' emisfero illuminato della terra, essendochè gli aghi possono bensì provare alcune perturbazioni durante la notte, ma in generale non danno variazioni tanto sensibili e regolari come il giorno. È tuttavia da notarsi che questa distinzione non si applica ugualmente a tutte le teoriche del magnetismo terrestre, poichè in quella delle correnti, profonde o superficiali, la causa perturbatrice facilmente confonderebbesi con quella generale.

Oltre alle variazioni regolari e periodiche sovraccennate, altre se ne osservano d' improvvise ed irregolari nella declinazione dell' ago calamitato. Queste anomalie hanno luogo principalmente ogni qualvolta appare nel settentrione un' aurora boreale, e si osservano in pari tempo in luoghi molto distanti gli uni dagli altri, coincidenza molto importante, e che sembra recare qualche lume sulla cagione del magnetismo terrestre, indicando in pari tempo essere le aurore boreali un fenomeno elettrico.

Fino dal principio del secolo passato varii fisici, e fra gli altri Celsio e York, avevano osservato che l' apparizione delle aurore boreali determinava sempre nell' ago magnetico movimenti sensibilmente irregolari, e non conoscendosi allora l'azione reciproca dell' elettricità e del magnetismo, riguardavasi questo fatto siccome certo indizio che il fenomeno stesso delle aurore boreali dovesse riferirsi al magnetismo. A Parigi il padre Cotte e Cassini posero fuori di ogni dubbio la influenza magnetica operata dalle aurore boreali anche nei nostri climi, quantunque distanti dalle regioni polari. Arago spinse però più oltre le cose, e sostenne pel primo che non solamente le aurore boreali imprimono movimenti all' ago dovunque sono visibili, ed anche dove lo sarebbero se non fossero velate dalle nuvole, ma che questa influenza si estende assai più da lontano, ed anche là dove più non sono visibili, perchè non oltrepassano l' orizzonte, manifestandosi tuttavia pei movimenti sull' ago magnetico. Osservò, per esempio, che anche aurore boreali visibili soltanto in America, a Pietroburgo, in Siberia, deviano notabilmente l' ago calamitato a Parigi, malgrado la immensa distanza che lo separa da quei paesi. Questa asserzione fu vivamente combattuta principalmente in Inghilterra, e fra gli altri da Brewster, ond' è che per convalidarla, Arago prese da alcuni anni il partito di segnare in Parigi i giorni in cui dovevano essersi prodotte aurore boreali visibili nelle latitudini più elevate. Le sue predizioni si trovarono sempre esatte; ma sembrava che una singolare eccezione fossesi presentata il 29 marzo 1826, in cui fra le 8 e 10 della sera, a cielo sereno, l'ago magnetico aveva presentato movimenti decisi, e tali che sul fondamento di essi Arago aveva annunziato dovervi essere stata un' aurora boreale al norte. Per qualche anno tuttavia ciò non si era verificato e gli oppositori di Arago vedevano già un appoggio alle loro obbiezioni; quando una lettera di Dalton, presentata da Arago all'Accademia, venne a togliere ogni dubbio, rendendo conto di un'aurora boreale osservatasi precisamente il 29 marzo 1826 fra le 8 e 10 ore della sera, la quale non era stata molto alta, ma aveva avuto circa tre leghe di larghezza e di estensione, lo che era ben sufficiente spiegare l' agitazione osservata a Parigi nell' ago magnetico.

Arago aveva creduto altresì che produ-

cessero qualche effetto anche le aurore dell' emisfero australe dietro parecchie osservazioni comunicategli da Simonoff. Riconobbe in appresso però che in quei giorni, nei quali quel navigante russo vedeva le aurore verso il polo sud, il fenomeno mostravasi anche al norte, quindi le osservazioni anzidette non potevano condurre a nessuna conseguenza. Farquharson credette osservare non manifestarsi le deviazioni dell' ago calamitato se non al momento in cui le parti luminose delle aurore nel loro movimento ascendente, raggiungono il piano perpendicolare al meridiano magnetico che passa per l' ago d' inclinazione ; ma Arago non ritiene applicabile ai nostri climi una tale supposizione. Quasi sempre l' aurora, che al suo comparire nella sera fa deviare verso l' oriente la punta norte dell' ago, ha già prodotto una deviazione in senso opposto il mattino.

Dietro osservazioni fattesi a Bossekop, nella parte più settentrionale dell'Europa, dove le aurore appariscono in tutto il loro splendore, si vide essere in generale assai debole, e pressochè nulla la perturbazione dell' ago calamitato quando le aurore non presentano che vapori diffusi disposti in archi od in piani sparsi ; ma quando gli archi raggianti od i fasci di raggi isolati divengono vivaci e coloriti, l'azione si manifesta da 1 a 3′ dopo la loro apparizione, divenendo allora difficile seguire le grandi oscillazioni dell' ago che sono spesso di parecchi gradi. Le massime deviazioni dell' ago si manifestano quando le corone boreali formate dai raggi che convergono al zenith magnetico vincono lo splendore delle stelle di prima grandezza, e le loro basi inuguali, colorite di bellissime tinte rosse e verdi, scintillano ed ondulano rapidamente. Venne osservato altresì che talvolta l' ago rimane perfettamente tranquillo fino al momento in cui comparisce l' aurora, ed anche durante una parte del tempo in cui se la vede sull' orizzonte. Spesso ancora avviene che l' ago predice l' aurora, a così dire, col suo andamento irregolare verso ponente durante tutta la giornata. In generale la declinazione aumenta prima dell' aurora e spesso ancora fino a tanto che il fenomeno abbia acquistato un certo grado d' intensità. Allora cominciano le grandi oscillazioni, quindi l' ago torna verso levante molto regolarmente, oltrepassando la sua posizione normale per riprenderla solo alcune ore dopo, a meno che un' altra aurora non venga a turbarne l' andamento. Lottin notò i fatti precedenti non essere senza eccezione, ma non lasciare per altro alcun dubbio in quanto riguarda l' azione prodotta dalle aurore boreali sugli aghi calamitati, non solamente in que' paesi dove compariscono questi fenomeni, ma in quelli altresì dove non sono visibili.

Kupffer, avendo fatto oscillare l' ago mentre era tenuto fuori dalla sua posizione ordinaria per effetto di un' aurora boreale, non gli venne fatto notare alcuna sensibile differenza fra la durata di una oscillazione in quel momento od in un altro. Ne eccettua tuttavia alcuni casi in cui la deviazione fu molto considerevole ; ma ciò che si merita particolare menzione è che quando l' ago deviava verso levante la durata di una oscillazione era più grande del solito, mentre invece era più piccola quando l' ago deviava verso ponente. Essendo d' altra parte la inclinazione magnetica in relazione alla durata delle oscillazioni, sembra adunque risultare dalle osservazioni precedenti che la inclinazione diminuisca quando l' ago devia verso ponente, e si accresca quando avanza verso levante.

Vi sono altre cagioni ancora che reagiscono sull' ago calamitato, come le eruzioni vulcaniche, i tremuoti ed altro ; ma i fatti che si hanno intorno a ciò sono

poco numerosi, e quanto al tremuoto molti anzi ritengono che esso non tolga la regolarità del movimento diurno altrimenti che per la sua azione meccanica semplicemente. Questa opinione sembra aver avuto nuova conferma recentemente nel viaggio della nave francese la Venere, poichè il movimento diurno dell' ago non venne alterato ad Acapulco sulla spiaggia occidentale del Messico dai frequenti tremuoti che si sentivano ad assai grande distanza su tutta la costa orientale.

Osservatorii. La importanza di tenere dietro ai fenomeni del magnetismo terrestre, e specialmente a quelle variazioni secolari, annue, diurne ed eventuali cui lo vedemmo soggetto, e le quali tanto importano, al progresso delle fisiche scienze, alla conoscenza del globo, ed al vantaggio di quelli che traggono profitto dalla forza direttrice del magnetismo, e specialmente dei naviganti che ad esso tranquillamente si affidano nell' ampiezza dei mari, fece naturalmente nascere il desiderio che si tenesse nota diligente ed esatta di queste variazioni medesime. Il Dove, nel 1806 e 1807, erasi esercitato insieme ad Oltmans nell'osservare l'ago magnetico ad intervalli molto vicini, d' ora in ora ed anche di mezza in mezz' ora per varii giorni ed altrettante notti di seguito verso il tempo degli equinozii e dei solstizii. Riconobbero in allora minime variazioni notturne non che singolari perturbazioni o burrasche magnetiche, le quali nelle alte latitudini ripetonsi talvolta per più notti di seguito alle medesime ore. Da questo lavoro si ottennero 1500 risultamenti tratti da più che 6000 osservazioni parziali, ed i quali registraronsi negli archivii dell' osservatorio di Berlino. De Humboldt, tosto ritornato in patria dal suo viaggio nella Siberia, verso la fine del 1828, fece costruire in un giardino spaziosissimo di Berlino una casuccia senza alcuna parte di ferro, a fine di dedicarsi ivi a regolari osservazioni sulle variazioni orarie della declinazione magnetica. Si incominciarono queste osservazioni il 5 febbraio 1829, e seguironsi due o tre volte al giorno fino al 20 di marzo; quindi vennero riprese dal Dove in autunno, facendosi d' ora in ora per varii giorni e notti di seguito, nel mentre che altre se ne facevano corrispondenti in varii luoghi della terra con uno strumento simile. De Humboldt, vedendo tutta la importanza d' avere osservazioni simultanee fatte in varii punti del globo, servissi dell' alta influenza onde egli gode in Europa per far istabilire osservatorii dovunque eranvi fisici coi quali potesse mettersi in relazione. Ecco in qual guisa egli stesso si esprima in tale proposito.

« Altro non feci, egli dice, se non che compiere i voti di Arago, approffittando de' miei momenti di ozio, e de' miei viaggi per istabilire un corso di osservazioni simultanee d' ora in ora, di giorno e notte, per 38 ore consecutive. Ottenni che si ponesse una bussola di Gambey nell' interno delle miniere di Freyberg, dove la estrema uguaglianza di temperatura agevola le osservazioni di Reich sui cangiamenti regolari ed irregolari cui sembra soggiacere la intensità delle forze, e dietro preghiera dello stesso Reich l' Accademia di Pietroburgo ed il direttore della università di Kazan, fecero costruire padiglioni magnetici. Kupffer, cui il magnetismo dee tanto importanti lavori, osserva a Pietroburgo e Simonoff a Kazan. Il primo mi scrive che si fecero alcuni passi per istabilire uno strumento di Gambey a Mosca, e che vi è speranza di estendere la nostra linea di osservazioni corrispondenti fino a Sitka, ove risiederà sulla costa nort-ovest dell' America il barone di Wrungel, celebre per la sua spedizione ai mari polari; a Pekino nella casa dei missionarii russi e ad Arcangelo, dove recossi Reiveni, uffi-

ziale di marina per estendere una carta del mar Bianco. Riceviamo di più osservazioni da Nicolajeff in Crimea, dove l'ammiraglio Greigh, cedendo all'invito dell'Accademia imperiale di Pietroburgo, ordinò lo stabilimento di un padiglione destinato ad osservare le variazioni orarie. A Berlino Encke volle incaricarsi di questo lavoro durante le frequenti mie assenze dalla capitale, ed è secondato dallo zelo di Poggendorf, Dirichlet, Dove e Magnus. In America Boussingault, che nulla trascura di quanto può fare avanzare le varie parti della fisica del globo, osserva assiduamente la bussola di Gambey a Marmato sul pendio orientale della Cordigliera di Chaco, nella provincia d'Antioquia, a 5° 27′ di latitudine boreale, e l'ho impegnato a concorrere alle stesse epoche con noi. Da Kazan a Marmato, ove sono poste le due bussole di Gambey, vi hanno più di 125° di longitudine. M'affretto di fare omaggio all'Accademia delle tavole di osservazioni magnetiche corrispondenti di Berlino, di Freyberg, che è il solo osservatorio sotterraneo, di Pietroburgo, di Kazan, di Nicolajeff e di Marmato, dal 2 novembre 1828 fino al 5 maggio 1830 in otto epoche convenute, ed oso lusingarmi che questo lavoro, oltre al provare la utilità di questo genere di osservazioni corrispondenti a ingenti distanze, presenterà qualche interesse pel confronto con le osservazioni fattesi all'osservatorio di Parigi. Sarebbe a desiderare precipuamente di avere stabilimenti magnetici permanenti alla Nuova-Olanda, al Capo di Buona Speranza, all'isola Borbone ed al Perù, in varii punti dell'emisfero australe. L'estendere le linee delle osservazioni corrispondenti, e l'unire dappertutto alle osservazioni delle variazioni orarie la determinazione precisa della declinazione assoluta e della inclinazione dell'ago, della intensità delle forze, ecc., è un contribuire validamente all'avanzamento della teoria del magnetismo. Questi dati non possono acquistare grande importanza che mediante stabilimenti, nei quali ripetasi la ricerca degli elementi numerici ad epoche fisse mediante gli stessi strumenti. I viaggiatori che attraversano un paese in una sola direzione ed in un dato tempo non possono che preparare un lavoro quale richiedesi perchè venga compiutamente segnata la linea senza declinazione in tempi ugualmente distanti. Sarò ben fortunato se i deboli tentativi dei viaggiatori onde tratto la causa, contribuiranno a dare l'impulso ad un genere di ricerche di tanto interesse pei progressi dell'arte nautica, e che condurrà un giorno a viemmeglio conoscere la costituzione dell'interno del globo a varie latitudini. »

È certamente impossibile imaginare un piano di osservazioni sopra basi più vaste, e Humboldt meritasi giustamente la gratitudine universale per avere impiegato la sua grande influenza scientifica nel mandarlo ad esecuzione. Per facilitare queste faticose ricerche, propose l'Humboldt, a tutti gli osservatori, come già vedemmo accennato nelle sue parole dianzi riferite, di combinarsi nel determinare la declinazione magnetica in certi giorni fissi, i quali, secondo, lui potrebbero essere i seguenti: i 20 e 21 marzo, i 4 e 5 di maggio; i 21 e 22 giugno; i 6 e 7 di agosto; i 23 e 24 di settembre; i 5 e 6 di novembre; i 21 e 22 del dicembre. Le osservazioni devono essere fatte almeno d'ora in ora, di notte e di giorno, dalle 4 del mattino del primo giorno fino alla mezza notte che termina il secondo, e la raccolta di esse si avrà a indirizzare a Berlino al professore Poggendorff, incaricato di pubblicarle. Gli aghi magnetici coi quali Humboldt ed i suoi corrispondenti fanno le loro osservazioni, sono spranghe di ferro rettangolari, lunghe circa 18 pollici e grosse due

linee, sospese verso il mezzo a fili di seta cruda in modo che rimangano orizzontali. Misuransi le variazioni col mezzo di microscopii composti muniti di micrometri a fili, la cui intersezione si porta sopra punti fissi segnati su due laminette di avorio onde sono armate le cime dell'ago.

In Inghilterra la Società britannica per l' avanzamento delle scienze nominò una commissione, composta di Whewell, Pencock, Lloyd e di Herschel, che ne era relatore, per l' oggetto di estendere le osservazioni del magnetismo terrestre. In seguito a queste misure venne ordinato un vasto sistema di osservazioni magnetiche corrispondenti, che abbracciano da 30 a 40 stazioni in varii punti lontani del globo; questi osservatorii sono provveduti di magnetometri, e di tutti i necessarii strumenti, non che di osservatori scelti accuratamente e competenti per condurre nella maggior parte delle stagioni, ed anche in tutte, una serie completa di osservazioni di due in due ore di giorno e di notte per tutto il tempo in cui gli osservatorii saranno in attività, con la media mensile ad intervalli di due minuti e mezzo. Fra questi osservatorii quello di Dublino, posto sotto la sorveglianza immediata di Lloyd, venne compiutamente fondato e dotato dalla università di quella città. Quelli di Toronto, del Capo di Sant' Elena, della terra di Van-Diemen, come pure due osservatorii di viaggio della spedizione antartica, vennero dotati dal governo britannico; quelli di Madras, di Simla, di Sincapore e di Aden, lo furono dalla Compagnia delle Indie. Sono da aggiugnersi dieci stazioni nella Russia Europea ed Asiatica ed una a Pekino stabilita dal governo russo; due nell' Austria a Praga ed a Milano; due dalle università di Filadelfia e di Cambridge agli Stati-Uniti; una dal governo francese ad Algeri; una dalla Prussia a Breslau; una dalla Baviera a Monaco; una dalla Spagna a Cadice; una dal Belgio a Brusselles; una dal pascià d'Egitto al Cairo, ed una dal Raja di Travancore a Travandro nelle Indie. Oltre a ciò il governo inglese, dietro eccitamento della Società reale, decise che l' osservatorio reale di Greenwich, sarebbe incaricato di fare una serie di osservazioni corrispondenti, tanto magnetiche che meteorologiche, sotto la sorveglianza dell' astronomo regio. Da poco tempo aprironsi altresì trattative nelle quali prese molto interesse Hansteen per istabilire un osservatorio simile ad Hammerfest in Norvegia. Sembra che molti strumenti magnetici ed altri atti a questo uso sieno stati lasciati a Kaafiord da Gaymard presidente della commissione scientifica del norte sotto gli ordini del ministro della marina di Francia, stromenti che saranno posti a disposizione dei fisici scelti per fare le osservazioni. Per compiere questo stabilimento è tuttavia duopo ancora avere registri od altro al che provvederà la Società reale. Quanto all' osservatorio magnetico di Breslau, sotto la direzione di Boguslawski, vi mancavano un magnetometro a due fili ed a forza verticale, insieme coi cannocchiali ed i registri, e la commissione suaccennata credette dover disporre di una certa somma fra quelle che le erano state concesse per riempiere questa lacuna. Sono pure a ricordarsi gli osservatorii di Ratisbona, di Augsbourg e di Hohen-Peissenberg, quest' ultimo posto 3000 piedi al di sopra del livello del mare.

Questa molta estensione datasi agli osservatorii magnetici, mostra come generalmente se ne abbia riconosciuta la utilità e la importanza, e quanto per conseguenza interessi ai fabbricatori di strumenti matematici di conoscere, oltre che lo scopo loro ed il modo di usarli, la loro disposizione e gli oggetti onde essere devono forniti; daremo perciò intorno a tale

proposito alcune notizie, dietro gli insegnamenti autorevoli di Gauss e di Weber.

Il locale meglio adattato ad un osservatorio magnetico è una sala rettangolare della estensione di circa 11 metri, nella direzione del meridiano magnetico, senza bisogno però che le facce adiacenti sieno paralelle a quel meridiano: questo locale dee essere bene illuminato, particolarmente nella direzione da levante a ponente ed in quella parte ove trovasi il teodolite e la sua scala. Le correnti di aria si evitano con doppie invetriate, perciò che riescono nocive alle osservazioni. Le fondamenta sulle quali si poggiano il teodolite e l' oriuolo, hanno ad essere solidissime. Il teodolite è posto presso a poco nel centro della sala, a fine di poter con esso vedere da lungi un oggetto qualunque di cui abbiasi a determinare perfettamente l' azzimutto. È da evitarsi l' uso del ferro, per quanto è possibile, in tutte le parti dell' osservatorio. Gauss crede tuttavia che non si abbia a temere di porre 5 o 6 metri distante dallo strumento destinato ad osservare la declinazione e le variazioni un oriuolo che abbia gli assi di acciaio, od altro consimile apparato nella cui costruzione entrassero alcuni pezzi di quel metallo. Egli ritiene che a quella distanza la influenza dei pezzi di acciaio, quand' anche fossero calamitati, sia abbastanza debole per poter essere trascurata. Per la stessa ragione non possono produrre che un' influenza assai debole sugli apparati magnetici, massime quando sieno stabilmente assicurati, i ferri posti fuori dell' osservatorio alla distanza di più che 33 metri. Se a caso si avessero lunghe spranghe di ferro od altri oggetti di questo metallo che dessero un' azione sensibile, converrebbe avervi riguardo mediante correzioni opportune.

Gauss vorrebbe che l' osservatorio servisse unicamente a misurare la declinazione, la intensità dell' ago calamitato e le sue variazioni, e che si facesse un osservatorio separato per la inclinazione, ad oggetto di non essere costretti di interrompere le altre esperienze, le quali sovente si fanno in modo continuato e di seguito.

Quando la sala è convenientemente disposta si comincia dal segnare sul pavimento una linea nella direzione del meridiano magnetico; il centro della sala dee trovarsi su questa linea, che termina con una cima al luogo dove trovasi il teodolite. Sulla base del sostegno del teodolite avvi una scala posta orizzontalmente, per guisa che un filo a piombo che cade dal centro dell' obbiettivo del teodolite discenda di contro allo zero della divisione. Questa scala è ad angolo retto col meridiano magnetico, e si può innalzare od abbassare a talento. Il telescopio è disposto per guisa che il suo asse ottico si trovi nel meridiano magnetico. Per collocare il MAGNETOMETRO (V. questa parola) si comincia dal sospendere un filo a piombo al cielo della sala, in un tal punto che le distanze riunite dallo specchio di riflessione fissato ad uno dei capi della spranghetta calamitata dell' apparato alla scala e dal teodolite, sieno uguali a quella che separa questo ultimo da un punto segnato sulla muraglia di facciata, il quale serve di mira. Il sostegno dell' apparato si fissa nel punto stesso del soffitto donde lasciossi cadere il filo a piombo, ed ivi si ferma mediante una vite.

Fatto ciò misurasi esattamente l' altezza del sostegno del teodolite e della scala al di sopra del pavimento, quindi si deduce dall'altezza del primo la metà della somma delle elevazioni delle due altre altezze, poscia componesi una unione di fili di seta tratti dal bozzolo di uguale lunghezza, in numero bastante a poter sostenere il peso di un chilogramma, oltre a quello dell' apparato. Questo filo, che si

sostituisce a quello a piombo, è attaccato alla vite del sostegno, e tiene alla sua parte inferiore, la staffa che porta la spranghetta calamitata, la quale è posta in una cassa, sul cui fondo v' hanno due guancialetti destinati a riceverla nel caso che il filo di sospensione si avesse a spezzare.

Finiti questi preparativi mettesi:

1.° La calamita orizzontale nella staffa che dee portarla, e vi si fissa da un capo uno specchio in direzione perpendicolare all' asse; nel caso che sia inclinato relativamente a quest' asse misurasi l' angolo di inclinazione;

2.° Si fa torcere il filo e se lo conduce a zero quando la calamita è nella sua posizione di equilibrio;

3.° Si determina la relazione fra la forza di torcimento del filo e la forza magnetica della spranga in una data deviazione;

4.° Si determina col teodolite il luogo ove il punto di mira dee porsi. Allorchè trattasi di misurare la declinazione si comincia dal misurare l' azzimutto del punto di mira, poscia il valore delle divisioni della scala, in seguito si osservano i movimenti oscillatorii.

Quando si vuol misurare la intensità si fa uso di regoli divisi, i quali si mettono in posizione orizzontale ai due lati della cassa dell' apparato, paralelli al meridiano magnetico ed alla medesima altezza: questi regoli hanno ad avere una lunghezza di 5 a 6 metri ed oltrepassare l' apparato di altrettanto; quando la scala ha una larghezza conveniente attaccasi a questi due regoli un terzo regolo in posizione orizzontale ad angolo retto, il quale passi nella cassa del magnetometro per guisa da incontrare un filo a piombo che si lascia cadere dal punto centrale fra la sospensione ed il centro di gravità della spranga. I regoli devono essere disposti in maniera da poter essere mossi facilmente nel senso di loro lunghezza.

Il teodolite, quando abbiansi ad osservare le variazioni della declinazione, è un cannocchiale che si può muovere in un piano verticale e che dirigesi a volontà verso lo specchio o verso la mira, per assicurarsi che lo strumento non sia stato spostato. Quando vogliasi misurare le declinazione si sostituisce al cannocchiale un vero teodolite. L' ingrandimento del cannocchiale essere dee di tal forza che ad una distanza di 5 metri dal magnetometro gli oggetti risultino ingranditi di 30 volte almeno, ad oggetto di poter vedere la divisione in millimetri ed in frazioni di millimetro. Un oriuolo a pendulo dee segnare i secondi. Quale abbia ad essere la costruzione del MAGNETOMETRO, e quale il modo di usarne si vedrà a quella parola.

Effetti. I principali fra gli effetti del magnetismo terrestre sono, come già si disse, analoghi a quelli che da una grande calamita si avrebbero, e consistono nel comunicare proprietà magnetiche temporarie o permanenti a quelle sostanze che vi si trovano esposte nelle circostanze opportune, come si è veduto all' articolo MAGNETISMO (pag. 177) ed in appresso nell'esercitare su queste sostanze magnetizzate attrazione per l' un polo da una parte e dall'opposta per l' altro, a quel modo che in tutto il presente articolo si andò dimostrando. Una considerazione da non passarsi sotto silenzio in quest' opera si è quella che anche il magnetismo terrestre può agire in qualche modo sulle parti di acciaio dei cronometri, se queste divenute sieno per qualsiasi cagione magnetiche, ed a quel modo pertanto che vedemmo doversi tener conto dell' influenza del ferro delle navi sui cronometri posti a bordo di quelle, non tornerebbe forse inutile affatto in molti casi l' aver riguardo al magnetismo terrestre pegli altri cronometri, indagando prima se abbiano magnetismo le loro parti di acciaio, e specialmente la

ciambella del tempo, e studiando quindi praticamente quale differenza apporti in quei delicati strumenti il modo come sono collocati relativamente alla direzione del meridiano magnetico.

Oltre alle azioni di attrazione e ripulsione suddette pretesero alcuni vedere nel magnetismo terrestre anche effetti chimici.

Nel 1817 Muschman, professore di chimica a Chistiania, parlando nel suo corso dell' albero di Diana, per rendere più evidente la cosa prese un tubo foggiato a sifone, del diametro di mezzo pollice, fissato sopra un sostegno, e le cui braccia erano lunghe circa 4 pollici: versò in questo tubo quanto mercurio occorreva per coprirne la parte inferiore, senza per altro riempiere interamente la curvatura ed otturare le braccia, dando così in queste libera comunicazione al liquido da impiegarsi. Versò quindi sul mercurio una soluzione d' argento nell' acido nitrico che aveva il peso specifico di 1,109. Pose allora il sifone col suo sostegno sopra una tavola vicino ad una finestra, ed avvenne per caso che le due braccia trovaronsi poste nella direzione del meridiano magnetico.

Passati alcuni momenti l' argento incominciò a precipitarsi col suo naturale splendore, e si osservò che adunavasi particolarmente nel braccio volto verso il norte, mostrandosi nell' altro meno splendente, e trovandovisi mesciuto col sale mercuriale formatosi. Sorpreso il Muschman da questa differenza, e veduto non esservi alcun corpo conduttore, il quale, secondo le esperienze di Zimmermann, potesse produrre uno spostamento di metallo, ritenne non doversi attribuire quel fenomeno che all' azione del magnetismo terrestre. Partecipata l' esperienza ad Hansteen lo trovò dapprima incredulo circa all' influenza del magnetismo, ma poscia parve a lui pure sì notabile l' effetto che volle ripetere col Muschman in altra guisa l'esperimento. Fecesi questo come il primo, se non che si usarono sifoni più grandi, le cui braccia avevano mezzo pollice di diametro, ma 12 pollici di lunghezza. Inoltre, per osservare con maggiore certezza fino a dove si estendesse l' influenza del magnetismo terrestre, si impiegarono simultaneamente due sifoni ripieni di uguale quantità di mercurio e di soluzione di argento; ma l' uno posto nella direzione del nort-sud, l' altro in quella dell' est-ovest. Trovavansi tutti due sulla stessa tavola, disposta in una stanza ben chiara ed in guisa che nè la luce nè la corrente di aria che veniva dalla finestra potessero avere più influenza su di un tubo che sull' altro. L' argento si cominciò a precipitare nel tubo diretto dal norte al sud, innalzandosi specialmente nel braccio norte con isplendore metallico più vivo, con raggi più grandi ed in maggiore quantità che nel braccio sud; in quest' ultimo somigliava all' argento fuso, e separavasi quasi senza formare raggi, perciocchè accumulavasi da quella parte il sale mercuriale. Nel tubo diretto dall' est all' ovest non si cominciò ad osservare qualche alterazione che in capo a 12 ore; l' argento vi si precipitò bensì, ma in masse uguali in tutte due le braccia; inoltre l'effetto accadeva meno prontamente che nell' altro tubo. Il giorno dopo il tubo diretto dal norte al sud aveva deposto tutto il suo argento, mentre all' opposto nell' altro sembrava doversi ancora formare una precipitazione. Avendolo quindi poggiato sopra un' altra tavola e ponendo sotto una della braccia il polo norte di una calamita artifiziale, mezza giornata dopo si vide ad evidenza che l' argento erasi portato nella direzione della calamita, e si innalzava più in quel braccio che nell' altro. Avendo ripetuto più volte questa esperienza cogli stessi tubi o con altri più piccoli ed otte-

nuti sempre i medesimi risultamenti. Muschman ritenne non esservi dubbio circa alla influenza del magnetismo terrestre sulla precipitazione dell' argento dalla sua soluzione nell' acido nitrico.

Per dare maggior libertà all' argento di potersi dirigere durante la sua precipitazione verso un punto qualunque del globo, i fisici summentovati presero quadretti di vetro sui quali segnarono circoli col sevo, quindi vi versarono una soluzione di argento, e posero nel centro una piastra rotonda di zinco. Appena si stabilì il contatto con lo zinco che l' argento incominciò a precipitarsi a zone circolari; ma in guisa che il circolo estendevasi molto più verso il norte che verso gli altri punti del globo: videsi anche in tal caso lo zinco e l' ossido di esso recarsi verso il sud. Questa esperienza, ripetuta con varie lamine di vetro, diede sempre gli stessi risultamenti.

Fattesi poi alcune prove ponendo lamine di vetro distanti due pollici dai poli di forti calamite artifiziali, tenendo altre lame simili lontane dalle calamite, si vide portarsi l' argento verso il polo con molta rapidità. Il Muschman osserva che in questo caso poteva aver forse influenza la proprietà conduttrice del ferro; ma che nulla poteva spiegare gli effetti nei sifoni e nelle lastre di vetro senza calamite.

Dappoichè abbiamo dovuto qui ritornare sugli effetti chimici del magnetismo, non crediamo dover omettere di riferire quelli ottenuti anche dallo Zantedeschi, tuttochè in generale riguardino piuttosto l' azione delle calamite artifiziali che quella del magnetismo terrestre.

Le esperienze da lui istituite per analizzare l' azione reciproca della calamita e di alcuni fenomeni chimici si possono dividere in tre parti. La prima riguarda quelle che tendono a comprovare l' azione preponderante di un polo diretto ai diversi punti del globo. La seconda il modo di operare dei poli magnetici allorchè sono isolati, e quando sono congiunti. La terza si riferisce alle modificazioni cui va soggetta la calamita in tali esperimenti.

I. *Dell' azione preponderante del polo norte in alcuni fenomeni chimici.*

Prima di venire ad esporre le esperienze che lo guidarono ad un tale risultamento, è necessario dire di quali apparecchi siasi servito, a fine di porre in grado ciascuno di rinnovare le esperienze che verremo poi descrivendo.

Adoperò egli una calamita fatta a ferro di cavallo, del peso di due libbre circa, che sosteneva un peso di sei libbre, e la sospese verticalmente ad un uncino coi poli volti all' ingiù: col mezzo poi di una funicella che passava nella gola d' una carrucola, poteva abbassarla e sollevarla secondo che il bisogno lo richiedeva. A ciascun polo sospese un ago d' acciaio dei comuni, i quali ambidue in un sottoposto bicchiere pescavano nel liquido, che di quando in quando s' andava cangiando. Esposto per tal modo il semplicissimo apparato da lui posto in uso, ecco le esperienze che gli parvero comprovare la maggiore energia del polo norte nella produzione di alcuni fenomeni chimici.

Esperienza 1.ª In un bicchiere ordinario in parte ripieno d' acqua versò alcune gocciole ora di acido nitrico ed ora di acido solforico; ed immerso in questa soluzione un ago da cucire che teneva sospeso ad un filo, vide un' azione chimica debole: levato un tal filo ed immersi i due aghi d' acciaio pendenti dai poli della calamita, a cose uguali, si manifestò un' azione chimica molto più intensa della precedente da entrambi i poli: ma in grado maggiore al polo norte che a quello sud. L' azione adunque della

calamita non è indifferente alla produzione dei fenomeni chimici; ed il polo norte sembra che si possa considerare come il polo positivo di un apparato voltiano, e quello sud come il negativo. Questa deduzione, che ei ricavò dall' esposto esperimento che più e più volte ripetuto diede sempre identici effetti, sembrogli ricevere nuova conferma da quanto vide nelle susseguenti esperienze.

Esperienza 2.ª Invece dell' acqua acidula adoperò in varii esperimenti la tintura di tornasole e collocò la calamita nel meridiano magnetico, col polo norte diretto a settentrione, e dopo 12 ore vide che dal lato del polo norte si era precipitata una maggior quantità di ossido di ferro, di quello che fosse avvenuto al polo sud. Prima dell'esperimento aveva bene osservato che gli aghi fossero egualmente lucidi, di egual diametro, e nell' esperimento ebbe tutta l' attenzione che fossero egualmente immersi e sospesi equidistanti dalle estremità della calamita. Invertita la posizione dei poli, la differenza del precipitato non fu così distinta. Il colore della tintura per altro non sofferse alterazione sensibile.

Da questo secondo esperimento parve riconfermato quanto si era superiormente concluso; e di più sembrava stabilirsi l' esistenza di un' azione elettrica dal sud al nord: il che era conforme alle esperienze del Nobili e di altri peritissimi fisici.

Esperienza 3.ª Non avendo potuto con la tintura di alcea conseguire alcun effetto, neppure nell' intervallo di 16 ore, vi versò un poco di acido nitrico, in modo che la tintura cominciasse ad arrossare, e nell' intervallo di sei ore vide gli aghi attorniati da piani circolari paralleli fra loro, alla distanza circa di mezza linea crescente l' uno dall' altro, formati di ossido di ferro e di materia colorante; ma al polo norte rivolto a settentrione se ne vedevano due di più; e la tintura era divenuta d' un azzurro carico.

Esperienza 4.ª Il polo norte in questa esperienza venne diretto al sud, e gli aghi pescavano nella tintura d' alcea arrossata come la precedente. Nello spazio di 13 ore comparvero gli anelli, ma meno precisi dei precedenti, ed il polo norte superava soltanto di uno quello sud. Questi due esperimenti più volte rinnovati diedero effetti sempre costanti.

Esperienza 5.ª Disposto il polo norte della calamita all' ovest, si riscontrò un' azione chimica più distinta al detto polo, che quando era rivolto all' est. Questo fatto conferma ciò che Ampere diceva delle correnti elettriche che si diriggono dall' est all' ovest.

Concludeva lo Zantedeschi adunque l' azione di una calamita non essere indifferente nei fenomeni chimici, ed il polo norte esercitare un' azione maggiore di quello sud, la quale varia d' intensità a seconda della posizione in cui trovasi la calamita rispetto al meridiano o all' equatore magnetico. Non è a tacersi, nel por fine a questa prima parte, che l' effervescenza si manifestava sempre a qualche distanza dalle estremità degli aghi, appunto là dove erano i loro poli; e che talvolta deponendosi cristalli sopra questi aghi erano quelli sempre più abbondanti al norte che al sud, seguendo la legge indicata pegli altri fenomeni chimici.

II. *Del modo di operare dei poli magnetici nella produzione di alcuni fenomeni chimici, secondo che sono isolati o congiunti.*

Esperienza unica. In varii liquidi, come acqua salata, acqua acidulata, tintura di tornasole e di alcea arrossata, immerse due aghi d' acciaio pendenti da una calamita volta consecutivamente ai diversi punti del globo, e costantemente

riscontrò che quando erano isolati dispiegavano un' azione chimica più energica di quando erano congiunti mediante un terzo ago di acciaio collocato trasversalmente; e che quest' ultimo veniva intaccato in grado minore degli altri.

Questo fatto comprova che alcuna porzione del fluido magnetico non s' impiega nei fenomeni chimici, ma che desso o trascorre liberamente da un polo all' altro, o per attuazione scema la sua azione.

III. *Delle modificazioni cui soggiace la calamita nel dare alcuni fenomeni chimici.*

Esperienza 1.ª In un bicchiere ripieno di tintura di tornasole arrossata da alcune gocciole d' acido nitrico, immerse lo Zantedeschi due aghi d' acciaio sospesi ai poli d' una calamita collocata nella direzione del meridiano magnetico, col polo norte rivolto a settentrione, e fece comunicare fra loro questi aghi per mezzo di un terzo; dopo 12 ore riscontrò che la calamita aveva perduto molto sensibilmente di quella energia che vi aveva riscontrata prima dell' esperienza.

Invece che il polo norte fosse diretto a settentrione, procurò che fosse rivolto ora al mezzodì ed ora a levante e talvolta a ponente, e sempre vide diminuzione di energia; ma non gli fu dato vedere se in queste diverse posizioni vi fosse differenza sensibile.

Esperienza 2.ª Sottoposti i due aghi pendenti dalla calamita, come nell' esperimento precedente, senza che venissero tra loro congiunti, ad un' azione chimica, dopo due giorni ritrovò la calamita rinvigorita in modo da sostenere una libbra e due once più di prima. Ripetuti questi saggi più volte, gli diedero sempre effetti conformi a quelli suesposti.

Quali fisici sieno convenuti nella opinione che il magnetismo abbia in fatto una influenza sugli effetti chimici, e quali abbiamo pensato il contrario, il vedemmo all' articolo MAGNETISMO (pag. 252) e si è ivi veduto altresì come sembri poco probabile che questi effetti sieno veramente dovuti al magnetismo, ma sì piuttosto, secondo il pensiero di Amperé e De La Rive, alle correnti di elettricità che da esso si svolgono. Tale quistione però è importantissima bensì per la scienza, ma lo è meno assai per la pratica, interessando a questa soltanto il sapere che il magnetismo abbia questa influenza, e poco importandole che sia diretta o indiretta, trarne potendo ad ogni modo utilità in molti casi col tenerne conto debitamente. È per questo motivo che abbiamo sì a lungo parlato degli effetti chimici del magnetismo, quantunque non siamo forse persuasi noi stessi che sieno ad esso propriamente dovuti.

Importantissimi poi sono gli effetti del magnetismo terrestre considerati relativamente alla reciproca loro azione sulla elettricità, e forse più in vista di questi che altro abbiamo sì a lungo qui favellato in generale di esso. Il considerarlo però nelle sue relazioni con l' elettricità forma il soggetto di due altri articoli a parte, uno dei quali si è quello ELETTRO-MAGNETISMO, già pubblicatosi in questo Supplemento, e l'altro col titolo di MAGNETO-ELETTRICISMO terrà dietro al presente.

Giova qui aggiugnere a quanto si disse nel primo di quegli articoli che siccome si è ivi veduto (pag. 251) esservi ottenuti movimenti di rotazione dall' influenza delle calamite comuni sopra meccanismi investiti dalla corrente elettrica, così si giunse ad avere effetti consimili anche dal magnetismo terrestre. Il primo ad avere questa idea fu l' inglese Guglielmo Ritchie nel 1833. L' apparato che egli adoperava per avere il movimento di rotazione con le calamite comuni era il seguente.

Una tavoletta quadrata poggiava sulle punte di quattro viti d'ottone, mediante le

quali si poteva facilmente ridurla orizzontale. Sulla superficie superiore di questa tavoletta era incavato un truogoletto circolare, diviso in due da tramezzi di legno. Si riempivano di mercurio i due canaletti semicircolari che risultavano da questa doppia divisione, e si facevano comunicare ciascuno con un polo diverso d' una pila voltaica. Nel centro della tavoletta sorgeva uno stilo sulla punta del quale era sostenuta una spranghetta di ferro dolce in guisa da potere facilmente girare. Intorno ad essa spranghetta stava ravvolto un filo di rame fasciato di seta, un capo del quale pescava in uno dei canaletti semicircolari ed un capo nell' altro, essendo però disposto in guisa da poter passare dall' uno nell' altro canaletto, strisciando sopra i tramezzi che li divideva.

Prendevasi una calamita a ferro di cavallo i cui poli fossero distanti uno dall' altro quanto era lunga la spranghetta di ferro dolce, e la si presentava al disopra dell' apparato, in guisa che le sue cime stessero di contro ai tramezzi che dividevano in due il truogoletto circolare. Se allora si faceva agire la pila, la spranghetta di ferro dolce si magnetizzava, e le sue cime venivano attratte da quelle della calamita a ferro di cavallo, essendosi disposte le cose in maniera che le cime vicine avessero poli diversi. Movendosi allora la spranghetta per questa attrazione, i suoi fili passavano dell' una nell' altra divisione del truogoletto circolare, invertivasi la corrente, e l' attrazione fra la calamita permanente e la temporaria cangiavasi in ripulsione: l' impulso era sì forte che bastava a fare compiere alla spranghetta quella porzione di circonferenza che occorreva perchè cominciasse a sentire l' attrazione del polo opposto, la quale poi, pel ritorno dei capi del filo di rame nei canaletti medesimi dov' erano prima, diveniva repulsione, e così di seguito, producendosi un moto rotatorio continuato. L' effetto poteva rendersi maggiore se invece di una sola spranghetta mobile se ne ponevano due o più, ciascuna col proprio filo di rame fasciato i cui due capi pescassero nei due canaletti del mercurio.

Facendo le spranghette leggere e mobilissime, e ponendo questo apparato in tale posizione che i due tramezzi cadessero nella direzione del meridiano magnetico, nasceva il movimento senza bisogno della calamita a ferro di cavallo.

Finalmente, disponendo le spranghette verticalmente nel piano del meridiano magnetico, e facendo in modo che si cangiassero i poli all' istante in cui tendevano ad inclinarsi, si aveva un moto rotatorio verticale prodotto dal solo effetto della inclinazione magnetica.

Il movimento rotatorio orizzontale col magnetismo terrestre venne ottenuto anche fra noi in Milano nel dicembre 1837 dallo Zantedeschi, e nel febbraio 1838 dal Kramer.

Teoria. Molte sono le ipotesi espostesi finora per risalire alla causa del magnetismo terrestre. Gilbert fu il primo, nel 1600, a supporre che la terra fosse una calamita possente il cui asse coincidesse quasi con quello terrestre, secondo la quale supposizione i due poli magnetici sarebbero a poca distanza da quelli del globo. Keplero riguardò questa ipotesi siccome una delle più grandi scoperte scientifiche. Per accordare questa supposizione coi fatti fa duopo ammettere che quel polo della calamita terrestre che è posto nelle regioni settentrionali attragga il polo norte dell' ago calamitato, ed abbia per conseguenza le stesse proprietà che il polo sud di una calamita comune. Il polo opposto della terra, cioè quello situato nelle regioni antartiche, avrà proprietà, e
chè attragge il polo sud di

magnetici settentrionale e meridionale. Grandi circoli che passino pei poli e taglino ad angolo retto l' equatore saranno i meridiani magnetici, l' uno dei quali, cioè quello che passerà pei poli di rotazione del globo, sarà la linea senza declinazione. Circoli più piccoli paralelli all' equatore magnetico indicheranno i punti dove la inclinazione è uguale in ambedue gli emisferi. Le linee di uguale declinazione riusciranno curve di forma particolare che sarà più difficile determinare. Può verificarsi col fatto la teoria dianzi accennata ponendo in varie situazioni sulla superficie del globo preparato come si disse un piccolo ago sospeso quanto più liberamente è possibile ad un filo assai fino e tenuto in bilico molto vicino al suo centro di gravità, osservando quali posizioni assuma in ciascuna situazione su varii punti del globo.

Quando però vengasi a confrontare le linee regolari segnate in tal guisa teoricamente dietro la supposizione di una sola calamita centrale, con le linee condotte pei punti dedotti dalle indicazioni delle attuali variazioni del magnetismo terrestre, si osservano assai notabili disaccordi. Tentossi di spiegare in varie maniere le irregolarità ed anomalie nel corso delle linee magnetiche. Diedero motivo a ritenere che i poli magnetici settentrionale e meridionale non occupino punti diametralmente opposti sul globo, come sarebbe nel caso che la influenza magnetica emanasse dal centro della terra. Si è in conseguenza supposto che la calamita terrestre, cioè il centro delle forze magnetiche, fosse eccentrico; ma questa supposizione sola non poteva bastare, essendovi parecchie indicazioni della influenza di più di un polo in ciascun emisfero della terra, ed essendo probabile che questi poli sieno d' intensità molto inuguale. Vi hanno altre irregolarità che sembrano tuttavia dovute all' influenza di cause puramente locali e di limitata estensione, e che si possono attribuire a grandi masse di ferro poste a differenti profondità sotto la superficie della terra.

Le osservazioni più atte a decidere la importante quistione della esistenza di poli magnetici secondarii sembrano essere quelle delle variazioni della intensità magnetica dalla quale venne dedotta la conoscenza delle linee isodinamiche accennate in addietro. Devono queste linee di necessità disporsi quindi intorno al punto od ai punti in ciascun emisfero dove la intensità è maggiore, cioè intorno al loro polo rispettivo. Se questi poli fossero uniti e collocati l'uno opposto all'altro nel globo, l'uno nell' emisfero settentrionale e l' altro nel meridionale, le linee di uguale intensità dovrebbero formare circoli paralelli analoghi a quelli della latitudine geografica. Sabine nota che le osservazioni fatte in tale proposito prima di quelle di Hansteen sembravano convalidare questa ipotesi, poichè quantunque si estendessero grandemente sui paralelli magnetici nell' emisfero settentrionale, e quasi dalla minore alla maggiore intensità, tuttavia eransi limitate, per quanto alla longitudine, ad uno spazio di poco più che un quarto di emisfero, e questo immediatamente opposto ai paesi visitati da Hansteen. Quindi, entro lo spazio esaminatosi, le curve isodinamiche sembravano disporsi, con piccole deviazioni e poco sensibili, in circoli paralelli intorno ad un punto situato nella parte nort-est della baia di Hudson, e che potevasi approssimativamente giudicare trovarsi nella intersezione del sessantesimo grado di latitudine geografica col meridiano di 80° all' ovest di Greenwich. Hansteen però che tenne conto diligentemente delle varie deviazioni notatesi e della generale disposizione sul nostro globo delle linee d' inclinazione e di declinazione, ne dedusse la esistenza di un secondo punto di

principale azione magnetica nell' emisfero settentrionale. Questo fatto può ora in vero riguardarsi come stabilito fuor di ogni dubbio dalle più recenti osservazioni, essendosi trovato che le curve isodinamiche si dispongono sistematicamente intorno a due poli, l' uno nella baia di Hudson e l' altro in Siberia; regolate essendo nel loro andamento in parte dalle rispettive distanze da questi punti, ed in parte da una disparità nella forza assoluta attrattiva di questi punti medesimi.

Tobia Mayer, circa 80 anni fa, aveva supposto che una piccola calamita coincidesse non col centro della terra, ma con un punto posto ad una distanza da questo centro uguale ad 1/7 del raggio terrestre, e ne dedusse col calcolo inclinazioni e declinazioni che si accordavano con le osservazioni per un piccolo numero di luoghi soltanto, essendo però la sua teoria difettosa per tutti gli altri luoghi.

Biot, partendo dalla stessa ipotesi, senza conoscere le ricerche fatte dal Mayer, giunse a scoprire una legge fra la latitudine magnetica di un punto e la inclinazione che ivi succede, e ne dedusse quella semplice legge che venne accennata a pag. 288 e donde se ne dedussero le semplici formule ivi pure addittate. Poisson diede una teoria matematica del magnetismo, considerando la quistione sotto un aspetto più generale, cercando determinare la grandezza e la direzione della risultante delle attrazioni o ripulsioni prodotte da tutti gli elementi magnetici di un corpo calamitato di qualsiasi forma sopra un altro corpo posto all' esterno o nell' interno di esso. Gauss in appresso osservò la rappresentazione grafica dei fenomeni del magnetismo terrestre non essere che un primo passo per la spiegazione di esso, e disse doversi, a suo credere, rinunziare all' idea di rappresentare l' effetto magnetico del globo terrestre con l' azione di una o due calamite, e per

evitare il gravissimo inconveniente di ammettere parecchie calamite, volle dare una teoria del magnetismo terrestre indipendente da ogni ipotesi sulla distribuzione del fluido magnetico nell' interno della terra; ma i risultamenti ottenuti sono ancora troppo incompleti, nè possono perfezionarsi fino a che non siasi al caso di fare il confronto fra un maggior numero di osservazioni accurate.

All' articolo MAGNETISMO (pag. 225) abbiamo veduto come inclinino alcuni ad attribuire all' elettrico semplicemente gli effetti tutti del magnetismo, e dicemmo come sieno giunti ad imitare con l' uno gli effetti dell' altro. Secondo quella ipotesi il globo della terra avrebbesi a considerare come solcato da correnti interne parallelle all' equatore magnetico, potendosi del resto in ogni luogo riguardare l' insieme delle azioni di tutte queste correnti come ridotte a quella di una sola corrente ipotetica, cui si dovrà in conseguenza attribuire una intensità ed una posizione convenienti a rappresentare l' insieme di quegli effetti. Questa corrente, che chiamasi quella *media della terra*, è in un piano verticale sull' equatore magnetico; ma più o meno inclinata in tutti gli altri luoghi. Va da levante a ponente, e trovasi in ciascun luogo in un piano perpendicolare all'ago d' inclinazione: le quali cose facilmente dimostransi dall' effetto che le correnti stesse producono sulle altre, che, come vedemmo al luogo sopraccitato, si sono supposte negli aghi. Dietro questa teoria spiegansi in modo abbastanza soddisfacente la declinazione, la inclinazione, e tutte le variazioni regolari od irregolari cui vedemmo soggetto il magnetismo terrestre.

La grande scoperta di Oerstedt facendo però conoscere un altro metodo di magnetizzazione, diede nuovi lumi per avanzare la teoria del magnetismo terrestre. Appena

in vero giunse a conoscenza del Barlow, cercò questi di provare che il magnetismo terrestre poteva avere un' origine elettrica, essere, cioè, attribuito a correnti elettriche, le quali circolassero intorno al globo presso a poco, come si è veduto che altri avevano già dapprima supposto. Dietro l' opinione accennata (pag. 230) che la forza magnetica di una sfera di ferro risiedesse alla superficie soltanto, ebbe l' idea di distribuire sulla superficie di un globo artifiziale una serie di correnti elettriche, per tal modo disposte che la loro azione tangenziale potesse dare dappertutto all' ago una direzione corrispondente. Prese quindi un globo di legno cavo e leggero e del diametro di 16 pollici inglesi, sul quale segnò solchi larghi 1/8 di pollice, in guisa da rappresentare l'equatore e latitudini paralelle a 4° di distanza fra loro, da questo equatore fino ai poli. Segnò quindi un altro solco da un polo all' altro, di uguale larghezza, ma di doppia profondità, ad oggetto di rappresentare un meridiano. Pose in questi solchi un filo di rame lungo 90 piedi e del diametro di $\frac{1}{10}$ di pollice: applicò la parte di mezzo di questo filo sul solco dell' equatore in guisa da venire ad incontrare il meridiano; poscia l' introdusse nella scanalatura con la cima verso un polo e con l' altro verso quello opposto fino al primo paralello; fece quindi passare il filo intorno a questo paralello, poi lo piegò lungo il meridiano fino al paralello seguente, e così di seguito, fino a che il filo fosse giunto a ciascun polo. La cima del filo rimasta libera ai poli fu coperta di seta, inverniciata con gomma lacca e ricondotta da ciascun polo all' equatore lungo il solco del meridiano. Ivi ogni capo del filo, che era lungo tuttora 5 piedi, ritenuto da una piccola pinzetta venne posto in comunicazione con uno dei poli di una possente pila voltaica. Per effetto del passaggio della corrente in questo filo tutta la superficie del globo, venne posta in istato passaggero di induzione magnetica. Dietro le leggi trovate da Barlow, un ago calamitato liberamente sospeso e sottratto alla influenza della terra, doveva porsi in un piano che passasse da un polo all' altro pel centro, ed inclinarsi sotto varii angoli secondo la sua posizione fra l' equatore e ciascun polo. Affinchè l' esperienza rappresentasse compiutamente lo stato attuale del magnetismo terrestre, questo globo venne coperto con la carta della sfera terrestre, ponendo i poli di esso nella posizione dei poli magnetici della terra fissati dietro le migliori osservazioni. Trovossi che questo globo artifiziale rappresentava esattamente tutti i fenomeni magnetici della terra, i quali Barlow mostrò che non si potevano avere altrimenti dalla posizione qualunque di una o più calamite nell' interno del globo.

Quanto alla difficoltà di spiegare la esistenza di queste correnti elettriche alla superficie della terra, certo è dessa assai grande, poichè se si vuole che sieno di natura termo-elettrica e prodotte dall'azione del sole, oppure dalla differenza di temperatura fra il nucleo centrale della terra, e la superficie di essa, si incontra l' obbietto del non essersi manifestati i fenomeni termo-elettrici che nei metalli o simili corpi conduttori, i quali in troppo piccola quantità e troppo interrottamente si trovano nella terra per poter dare effetti di simil genere. Si può tuttavia rispondere che forse non vi sono sostanze le quali non conducano l' elettricità, sebbene così debolmente da non potersene scorgere verun indizio con la limitata sensibilità dei mezzi indagatori che possediamo: questi effetti, abbenchè piccolissimi, potrebbero tuttavia manifestarsi palesi, allorchè sommansi insieme quelli tutti di masse così ingenti, come sono quelle onde il nostro

globo componesi, e così le differenze di temperatura prodotte per qualsiasi cagione, non sembra impossibile che sieno sorgente di elettriche correnti bastanti a produrre quegli effetti che vediamo sugli aghi calamitati. Altri, ed Ampere fra questi, supposero che le correnti terrestri fossero di natura idro-elettrica, fondandosi sulla ipotesi, ammessa da molti oggidì, che il nucleo del globo sia formato di un bagno metallico coperto di una crosta che gli serve d' involglio, e sulla parte non ossidata del quale operino chimicamente l' acqua ed altri agenti. Ma a questa supposizione maggiori obbietti si oppongono, difficile essendo comprendere come queste chimiche azioni tanto regolarmente procedano, e come oltre ai due corpi che agiscono l' un sull' altro ve n' abbia un terzo conduttore dell' elettrico, senza di che le due elettricità svolte nell' operazione chimica si ricomporrebbero sul momento senza agire sull' ago calamitato. Duperrey volle trovare l' origine di queste elettriche correnti nelle correnti stesse che l' acqua dei vasti mari presenta; ma qui pure resterebbe a vedersi in qual modo l' elettricità svolta dall' attrito di queste acque o dalla diversa loro temperatura, potesse dirigersi in un dato senso per una risultante delle piccole correnti parziali dirette in ogni verso che nel seno dei mari stessi si produrrebbero. Finalmente altri vollero porre la cagione di questi fenomeni nell' atmosfera, atteso il trovarvisi minime particelle dei metalli, e principalmente del ferro allo stato di vapore, asserzione che per quanto strana apparisca a primo aspetto, non per questo manca di solide ragioni in appoggio, imperocchè se vediamo tutti i liquidi dare vapori a qualsiasi temperatura, tuttochè sempre più tenui ed in minori quantità, quanto più è questa bassa e quanto meno sono quelli volatili; se vediamo questi stessi liquidi continuare a dare vapori anche appena solidificati, cioè in uno stato in cui piccole variazioni di temperatura bastano a tornarli alla condizione di liquidi; ogni ragione induce a credere che lo stesso sia pure degli altri corpi, tuttochè gli vediamo sempre allo stato solido, ed abbisognino di temperature molto più alte di quelle ordinarie dell' atmosfera per liquefarsi, e di temperature che non ci è forse dato produrre per ridursi in vapori. Bensì, come vediamo essere tanto più tennui i vapori quanto più bassa è la temperatura e più lontana dal punto in cui le sostanze si fondono o da quello in cui si volatilizzino, così vi ha un certo limite oltre al quale più non possiamo discernere la esistenza di questi vapori senza essere per questo autorizzati a negarla. Il mercurio anche a gradi inferiori allo zero continua a dare vapori; ma non potremmo certamente avvedercene se una foglia d' oro posta a certa distanza da esso non ce ne palesasse la presenza appropriandosene una parte. Resterebbe però, ammettendo la esistenza di questi vapori, a mostrare per qual motivo fossero o più forti in alcuni punti, o dotati di proprietà magnetiche per sè medesimi o per la elettricità che gl' investe, tanto da produrre costantemente quegli effetti compresi sotto il nome di *magnetismo terrestre*, e dei quali abbiamo favellato fin qui.

Da tutto ciò ne risulta essersi bensì con lunghi ed accurati studii determinate molte leggi seguite dal magnetismo terrestre, ma non aversi potuto ancora penetrare come agisca o che sia, misteri impenetrabili forse sempre alla limitata potenza dell' ingegno dell' uomo.

(GREGORIO GRIMALDI — BECQUEREL — LAMÈ — GAUSS — WEBER — POUILLET — ZANTEDESCHI — BACHE — *Natural Philosophy* — G.ºM.)

MAGNETO - ELETTRICISMO. In questo Supplemento, all'articolo CALAMITA

(T. III, pag. 143) si tenne discorso intorno a questo argomento nel considerare gli effetti elettrici che danno le calamite; se non che dobbiamo qui aggiugnere molte notizie posteriormente acquistatesi dalla scienza, e le quali accrescono l' importanza di questo nuovo ramo di essa. Coglieremo questa occasione per aggiugnere altresì alcune altre notizie, le quali vennero ivi omesse, e che non crediamo più che ora lo abbiano ad essere, o perchè da fatti posteriori risultarono di maggiore interesse che nol parevano a bella prima o perchè ci erano forse sfuggite involontariamente nel compilare quell' articolo.

Primieramente è da osservarsi aver ivi noi pure, con moltissimi altri, attribuito la prima idea di questo genere di fenomeni all' inglese Faraday; ma vuolsi qui per giustizia notare come un fisico italiano reclami intorno a ciò diritto di priorità. Dobbiamo perciò disappassionatamente affatto indagare se questo reclamo sia valido veramente.

Il titolo di priorità dallo Zantedeschi accampato fondasi interamente sopra esperimenti da lui fatti nel 1829, annunziati in una lettera che porta la data del 27 marzo di quell' anno, e pubblicatasi nell' anno stesso dalla Biblioteca italiana (T. LIII, pag. 398). La scoperta del Faraday venne annunziata alla Società reale di Londra sul finire dell' anno 1831 e nel 26 dicembre. Hachette ne comunicò all' Accademia delle scienze di Parigi, la notizia, che tosto da parecchi giornali venne diffusa. Non vi è adunque alcun dubbio circa alla precedenza di ben quasi due anni delle cose dello Zantedeschi a quelle del Faraday, sicchè resta solo a vedere fino a qual punto sieno le prime analoghe alle seconde. Dobbiamo a tal fine qui riportare le precise parole dello Zantedeschi quali le stampava nel luogo anzidetto, in guisa di poscritto ad una *Nota* dello Zantedeschi medesimo *sulla influenza reciproca del magnetismo e delle azioni chimiche.*

« Aggiungo in forma di appendice all' esperienza prima e seconda della prima parte, un altro fatto da me osservato più volte in questo mese, il quale non dovrà almeno riuscire discaro, perchè tende quale anello ad unire i diversi fatti elettro-magnetici con la loro sorgente. Ho preso una calamita fatta a ferro di cavallo, del peso circa di una libbra francese, e che potè sostenere un peso di circa quattro a cinque libbre; ed attorno a ciascun polo ho avvolto strettamente un filo sottilissimo di rame, in modo che collocata la calamita a una distanza di 15 a 16 piedi parigini, potea sperimentare sulle estremità separate di detti fili. Ora preso un moltiplicatore a due calamite, ho ai capi del filo medesimo (ch' è di rame circondato di seta) attaccate due piastrine di rame ben lucide, con le quali, mediante due verghette di legno, per non alterare la temperatura, congiunti i fili che abbiamo detto essere in comunicazione coi poli della calamita, ho veduto che l' ago magnetico sviasi dalla naturale sua posizione declinando verso l' oriente il polo al di sopra del quale entra l' azione magnetica del polo norte, e verso l' occidente, se questa entra al disotto di esso, non altrimenti di quello che avviene coll' elettrico ordinario. La declinazione era da otto a dieci gradi. Parmi che questo fenomeno non si possa ascrivere alla facoltà elettromotrice, perchè il rame trovasi fra due forze uguali e contrarie; e dato anche, come ho sperimentato nei liquidi, che le correnti elettriche, qualunque sia la loro direzione, non sviinsi come la luce e il calorico raggiante, non dovrebbe il moltiplicatore dare alcun segno come è chiaro. Pare adunque che tale effetto debba ascriversi al magnetico, e però che il polo norte equi-

valga al polo zinco di un apparato voltiano. Spero che altri esperimentando con moltiplicatori più dilicati, come col siderescopio di Lebaillif, potrà ottenere effetti maggiori che udirò quando che sia con piacere. »

Venne dato un sunto di questa esperienza nel T. XLIII della Biblioteca universale di Ginevra, pubblicatosi nel gennaio 1830, ove si avvertiva di più che la deviazione aveva luogo in un senso o nell' altro secondo la posizione dei poli della calamita.

Dietro la lettura di quegli articoli non pare intanto a noi che si possa mettere in dubbio da chicchessia, come lo Zantedeschi abbia pel primo attribuito al magnetismo la importantissima proprietà di dare gli stessi effetti dell' apparato di Volta mediante spirali adattate ai poli di una calamita. Quand' anche adunque la deviazione da lui ottenuta fosse stata prodotta da altra cagione, o non si fosse prodotta del tutto, egli aveva sempre tentato di osservare quei fenomeni che vennero posti dappoi in maggior luce. Non possiamo in verun modo accordarci con quelli i quali vogliono sostenere essere nullo il merito delle prime idee nelle importanti scoperte, ma questo tutto doversi a quelli che realmente le mandano ad effetto; imperciocchè è certo occorrere maggior ingegno per prevedere ed imaginare il modo di ottenere un nuovo effetto di quello che per migliorare la materiale esecuzione degli esperimenti e ridurre quella idea ad atto pratico; cosa molte volte la quale spesse volte, più che a mancanza di perspicacia nello scopritore, è da attribuirsi a mancanza di mezzi, o ad imperfezione degli aiuti meccanici posseduti in allora, sicchè quella operazione che riusciva quasi impossibile un tempo rendesi dappoi facilissima. Fa duopo pertanto due e ben distinti essere i meriti di ogni scoperta; l' uno di chi la fa, l' altro di chi la rende utile: dovendosi al primo tutto l' onore della scoperta medesima, al secondo quello soltanto della più o meno grande difficoltà superata nel mandarla ad effetto.

Lo Zantedeschi però asseriva avere avuto altresì un effetto, quantunque debole, e non v' ha dubbio in allora che tutti e due i meriti suaccennati gli competessero. Se non che alcuni fisici insorsero contro, opponendo non potere in quella disposizione esistere alcuna di quelle correnti posteriormente osservatesi dal Faraday, ed avere in fatto ripetuta quella esperienza senza ottenerne gli effetti annunziati dallo Zantedeschi. D' altra parte questi rispondeva non potersi negare teoricamente per assoluto nella disposizione anzidetta ogni corrente, imperocchè una circostanza qualunque che modificasse la intensità del magnetismo nella calamita bastava a produrne, e fra queste la sola inuguaglianza di temperatura ai due poli, prodotta dal ravvolgere successivamente prima sull' uno poi sull' altro i fili ad elice. Non per questo vuol egli che si possano quei risultamenti considerare termo-elettrici puramente, poichè verificò non aversi deviazione ravvolgendo le spirali intorno ad un corpo non suscettibile di magnetizzazione: sicchè l'effetto apparve essere d' induzione del magnetismo posto in moto pel calore. Quello però che vi ha di più importante si è che lo Zantedeschi stesso disse avere ripetuto l' esperimento, precisamente a quel modo che aveva indicato nel 1829, in presenza di molte e distinte persone, avendone sempre l'effetto fino d'allora indicato, e si esibì pubblicamente di mostrarlo a chiunque desiderasse. Approfittando di questa di lui dichiarazione e desiderosi di veramente conoscere quanta parte di merito nella scoperta del magneto-elettricismo spettasse veramente all' Italia, pregammo il professore medesimo a farci vedere quella

esperienza, al che egli avendo accondisceso, ci potemmo personalmente convincere che nelle identiche circostanze notate nel passo sopraccitato dalla Biblioteca italiana del 1829, tanto con fili fasciati di seta con le loro cime congiunte insieme, oppure portate a contatto della calamita, come con fili nudi, per adattarsi a tutte le interpretazioni che si potevano dare a quel passo, pel solo effetto del ravvolgersi le spirali prima sull'uno, poi sull'altro braccio della calamita, si avevano deviazioni del galvanometro, e questi effetti ottenevansi anche dopo un certo tempo dacchè si erano formate le spirali, se non che si andavano affievolendo mano a mano che il disequilibrio di temperatura cessava. Giustamente diceva quindi lo Zantedeschi di avere ottenuto deviazioni del galvanometro a quella maniera, ed a torto altri opponevano non avere avuto alcun effetto operando come l'articolo della Biblioteca italiana indicava. Se non che restava a vedere se quell'effetto fosse termo-elettrico semplicemente o termo-magneto-elettrico, come lo Zantedeschi diceva. Ripetemmo perciò lo sperimento, fasciando, con doppia stoffa di seta, i bracci della calamita, per impedire che i fili di rame fasciati di seta la toccassero negli spigoli quando ve li ravvolgevamo a spirale. Congiungendo questi fili da un capo, e facendoli comunicare col moltiplicatore dall'altro, osservammo aversi anche in tal modo deviazioni dell'ago, riscaldando più un braccio della calamita che l'altro; ma però molto minori che quando i capi dei fili di rame toccavano il ferro della magnete. Operando nelle identiche circostanze con un cilindro d'antimonio con perfetto isolamento dei fili, l'azione era nulla, e molto forte invece quando i capi dei fili toccavano l'antimonio, il che provò essersi così al tutto evitata l'influenza del termo-elettricismo. Crediamo quindi potere concludere che i fenomeni dallo Zantedeschi nel 1829 osservati erano misti, dipendendo bensì per la massima parte dal termo-elettricismo, ma in parte altresì dal magnetismo disequilibrato pel parziale riscaldamento d'un polo della magnete. A lui spetta quindi il merito di avere proclamata la elettricità prodotta dal magnetismo, e quello altresì di averne veduto la esistenza pel primo con un esperimento, dovendosi confessare però, ad onore del vero, essere stato questo eseguito in assai poco favorevoli circostanze, nè averlosi interpretato debitamente, perciò que'risultamenti non avere di per sè stessi presentato aspetto di qualche importanza, ed al Faraday doversi la benemerenza di avere posta in assai maggior luce la cosa, additandone esattamente le leggi, e mostrandone più cospicui ed evidenti gli effetti, destando così un sì grande interesse nel mondo scientifico da fare che tutti i fisici si dessero allo studio di questa nuova serie di numerosi fenomeni. Parecchi distinti fisici italiani resero allo Zantedeschi la dovuta giustizia, fra i quali il Configliacchi, il Fusinieri, il Pianciani ed il Barlocci.

All'articolo CALAMITA dianzi citato (T. III di questo Supplemento, pag. 143) si riferirono le parole, con le quali davasi il primo annunzio della scoperta del Faraday, e come avesse questo notato lo svolgersi di correnti elettriche atte a rendersi sensibili col galvanometro al momento in cui si avvicinavano ed allontanavano ai poli di una calamita spirali di fili metallici, e più forti ancora allorquando introducevasi rapidamente una spranga calamitata nell'interno delle spirali medesime. In tal caso si osserva che si produce nell'elice una corrente inversa, vale a dire opposta a quella che avrebbe potuto dare alla calamita la polarità che essa possede. All'opposto, la deviazione del galvanometro indica una corrente diretta quando ritraggesi la spranga rapidamente. Se però conti-

valga al polo zinco
no. Spero che altri
moltiplicatori più
rescopio di Lebaillif
maggiori che
piacere. »

Venne dato
rienza nel T. XLII
versale di Ginevra
naio 1830, ove
deviazione aveva
l'altro secondo la
calamita.

Dietro la lettura
pare intanto a noi
dubbio da chicchessia
abbia pel primo
la importantissima
stessi effetti dell'
eliante spirali ad
nita. Quand'anche
da lui ottenuta
cagione, o non si
egli aveva sempre
fenomeni che ve
maggior luce. Non
do accordarci
sostenere essere
me idee nelle
questo tutto dove
le mandano ad
certo occorrere
vedere ed imagi
nuovo effetto
la materiale
e ridurre que
cosa inoltre
che a mancanza
pritore, è da
mezzi, o ad in
canici possedu
esecuzione che
le un tempo
Crediamo pert
sere i meriti di

spirale quella corrente che vi esisteva dentro, in uno stato, per così dire, latente. Non servisse questo serbatoio che per riconoscere la sensibilità de' varii galvanometri di cui dee essere provveduto un fisico per le differenti sue ricerche, sarebbe già questo un uffizio che renderebbe quella disposizione preferibile a tutte le altre, non esigendo alcuna sorta di preparativi al momento di servirsene.

» Due sono i modi di valersene, tanto cioè col distaccare l'ancora dalla calamita, quanto col riattaccarla. Quando si eseguiscano queste due operazioni con la medesima prontezza e dinanzi agli stessi punti della calamita, si ottengono sul galvanometro deviazioni in senso inverso, ma precisamente dello stesso valore. L' atto del distacco è per altro sempre egualmente istantaneo, e dee per la costanza dell' effetto preferirsi al modo inverso, il quale, per riuscire sempre il medesimo, esigerebbe un meccanismo che non vale la pena d'immaginare non che d'eseguire. Abbiasi cura di tenere l' ancora al giusto suo posto, e si avrà sempre nel distacco, la medesima deviazione al galvanometro; prezioso risultamento, lo ripetiamo, da valersene in varie circostanze, e tale forse anche da presentarci la misura della forza delle grosse calamite in modo più esatto, che non sia l' ordinario del peso che sono capaci di sostenere. »

Anche lo Zantedeschi disse d' avere fino dal 1829 veduto altresì l' influenza che aveva sulle correnti prodotte nei suoi sperimenti dal magnetismo l' attacco ed il distacco dell' ancora. Nel giugno 1832, inseriva pertanto nell' Antologia di Firenze una risposta ad alcune opposizioni del Gazzeri, nella quale diceva non aver egli accennato nel suo breve poscritto dal 1829, le circostanze tutte del suo modo di esperimentare, perchè era suo intendimento di farne soggetto di una estesa memoria che dovette lasciare per altre sue occupazioni. Osservava in allora però che, ritenuta la disposizione dell' apparecchio quale era da lui stata descritta, aveva costantemente osservato che se il circuito si compiva all' istante, o subito dopo che si levava l' ancora dalla calamita si ottenevano deviazioni sensibilissime, le quali mano a mano si andavano affievolendo, fino a che divenivano nulle, ed allora rimetteva l' ancora, interrompeva il circuito e lasciava trascorrere alcuni minuti, perchè la calamita ripigliasse, come diceva in allora, il suo vigore. In appresso, nel settembre dell' anno stesso, inseriva in quel riputato giornale un attestato di quattro persone che egli nel marzo 1829 soleva a quando a quando attaccare e staccare l' ancora dalla calamita per avere le deviazioni galvanometriche. Duopo è nondimeno confessare che questo genere di prove da lui addotte non possono avere un valore se non in quanto si voglia accordare fiducia alla sincerità di chi attesta que' fatti; ma non possono in generale averne veruno presso i più che non conoscono quelle persone le quali fanno testimonianza in proposito, o le conoscono solamente per meriti o lavori scientifici. Siamo quindi persuasi che rimaner debba in generale al Nobili il titolo di priorità di avere osservato le correnti d' induzione magnetica all' attaccco e distacco dell' ancora.

Interessanti esperimenti fece bensì dappoi lo Zantedeschi sulla influenza del modo di disporre le spirali sulle braccia della calamita, e del modo di attaccare o staccare l' ancora all' uno od all' altro dei poli di essa o ad entrambi ad un tratto: di questi ultimi si rese conto nel luogo citato dell' articolo CALAMITA. Riporteremo qui quanto ai primi si riferisce, servendo queste considerazioni di molto lume a spiegare le avvertenze da usarsi nella co-

struzione delle macchine magneto-elettriche, onde parleremo in appresso.

Trovò lo Zantedeschi gli effetti da lui ottenuti mirabilmente legarsi a quelli della ordinaria induzione. Un filo metallico fasciato di seta e ravvolto al polo d' una calamita si costituisce in uno stato d' equilibrio relativo e non assoluto, il quale tosto si cangia quando, per estrinseche circostanze, quali sono il movimento dell' ancora, le variazioni di temperatura e simili, si modifichi la disposizione di quelle linee di diversa intensità che cingono il corpo magnetizzato, secondo che osservò Configliacchi. Abbiasi in vero avvolta ad un polo d' una magnete una spirale e con un capo si congiunga con una estremità del filo d'un sensibile moltiplicatore, e l'altra rimanga interrotta, si avrà una declinazione nell' ago ogni qualvolta si attacchi o distacchi l' ancora; se, per esempio, all' attacco l' ago devia a destra, al distacco va alla sinistra. Un consimile fenomeno non manca di palesarsi, se stando ferma l'ancora, si attacchi un pezzo di ferro dolce fra la spirale e la parte arcuata della calamita, o lo si distacchi. E qui è pur bello vedere che compiendo il circuito con le due estremità del filo d' una spirale avvolta ad un polo d' una magnete, o con la estremità della spirale avvolta ai due poli, all' attacco e distacco dell' ancora ai poli, si ha una declinazione, ch' è in direzione inversa a quella che si ottiene con l' attacco e distacco dell' ancora fra la spirale e la parte arcuata della magnete. Non deesi ommettere di osservare che l' intensità della declinazione va gradatamente diminuendo a proporzione che l' ancora si attacca o distacca da sezioni più distanti dai centri dell' azione magnetica. Che se si passi alla disamina delle direzioni e delle intensità delle correnti dell' ancora, secondo il vario modo di avvolgervi il filo, si trova che, allorquando i due capi si volgono in direzioni opposte, si ha una declinazione molto maggiore di quella che si ottiene dallo stesso tratto di filo coi capi diretti dalla medesima parte. Istituì lo Zantedeschi a questo scopo tre serie di esperimenti: 1. col capo ascendente al polo norte e discendente al polo sud; 2. coi capi da ambe le parti discendenti; 3. col capo discendente al polo norte, ed ascendente al polo sud. Il numero delle spire era sempre da ambe le parti, comprese fra i poli magnetici, al numero di sette. Nella prima serie di esperienze all' attacco dell' ancora ebbe una deviazione a destra di più di 180°, e al distacco una deviazione a sinistra di consimile grandezza: nella seconda serie all' attacco una deviazione a sinistra di 60° e al distacco una consimile a destra; ma fatto dei due fili una specie di cordoncino, non ebbe che una deviazione di pochissimi gradi: nella terza serie, all' attacco una declinazione a sinistra di tale ampiezza da non poter essere compresa nei limiti del suo apparecchio, ed al distacco una declinazione a destra di altrettanti gradi. Questi risultamenti fanno credere che nei due fili della spirale si promuovano correnti in direzioni opposte, per le quali si ha al moltiplicatore ora l' effetto della loro somma ed ora quello della loro differenza, essendo già noto per le belle esperienze del Dal Negro, che nella nostra latitudine il polo boreale prevale in energia a quello australe. Pare che queste due correnti sieno risvegliate dall' opposta disposizione che prende l' elettro-magnetico nell'ancora nelle due parti corrispondenti ai due poli della magnete. Gli effetti che in identiche disposizioni si ottengono dalle parti esterne di un' ancora sporgente dai due poli magnetici sono di gran lunga inferiori ai precedenti, e la ragione n' è ben manifesta; la reciproca influenza dei poli per la distanza essendo di molto infievolita. Sarebbe

desiderabile che que' fisici i quali dimorano in vicinanza dell' equatore, ove non regna prevalenza di un polo sopra un altro, avessero a rinnovare queste esperienze; nel caso in cui i fili nell' ancora fossero diretti dalla medesima parte non si dovrebbe ivi avere effetto di sorta.

Dappoichè l'influenza elettro-magnetica si dispiega ad una certa distanza, innanzi di attendere l' esperienza pareva che legittimamente si potesse conchiudere, che cangiandosi lo stato di tensione elettro-magnetica anche le spirali non collocate ad un immediato contatto avessero a modificare lo stato loro di equilibrio relativo: l' esperienza confermò l' induzione. Separando le spirali dai poli delle magneti con involti di seta che furono formati sino di ventidue giri, non potè lo Zantedeschi sopprimere le correnti dinamiche; anzi la diminuzione gli parve minore di quella, che aveva immaginato prima di esperimentare; dal che conchiuse non esservi circolazione d' elettricità fra le spirali e le calamite, ma solo per l' influenza del magnetismo in movimento destarsi nella spirale una corrente in direzione opposta a quella dell' elettro-magnetico nella calamita, come vuole la legge fondamentale dell' induzione faradiana.

Quanto agli effetti che si hanno dal calorico, non avendo lo Zantedeschi potuto, per mancanza di conveniente strumento, notare gli effetti indotti dal termico nella sola calamita, restando stabile la temperatura delle spirali, si limitò a notare alcuni fenomeni, i quali essendo molto delicati, crediamo bene dire innanzi il modo da lui tenuto nell' esperimentare, e le cautele che adoperò, per non essere tratto in errore.

Si collochi lo sperimentatore con la faccia rivolta al moltiplicatore, abbia alla sua destra ed alla sua sinistra i due capi del filo dell' apparecchio e tenga dinanzi a sè una calamita fatta a ferro di cavallo coi poli diretti al moltiplicatore, in modo che il polo sud sia al lato destro dello sperimentatore e quello norte al sinistro: abbiansi le spirali avvolte ai poli, che nel caso dello Zantedeschi furono formate da diciassette spire, e l'estremità del filo internamente discendente al polo norte comunichi col capo del filo del moltiplicatore ch'è a sinistra dello sperimentatore; gli altri due capi della spirale del polo sud sieno disgiunti, ma si possano a piacimento congiungere con l' estremità del filo del moltiplicatore, che trovasi a destra dello sperimentatore suddetto. Non è ad ommettersi di osservare che il filo adoperato nella formazione di queste spirali era al tutto omogeneo nel senso voltiano con quello del moltiplicatore, per modo che compiuto il circuito non venne mai fatto di vedere declinazione di sorta; l' esperimento fu rinnovato più e più volte stando ora a destra ed ora a sinistra dell' apparecchio; dal che parve poter ragionevolmente conchiudere che l' ineguaglianza di temperatura che dalla presenza dell' esperimentatore poteva essere indotta nel filo, non fosse valevole a risvegliare una corrente sensibile, sebbene l' apparecchio misuratore impiegato, fosse tanto squisito che toccando col pollice ed indice una parte qualunque del filo ch' entrava nel circuito, l' ago deviava di più gradi. Ciò premesso, si congiunse l' estremità della spirale internamente ascendente al polo sud con l' altra estremità del filo del moltiplicatore, valendosi a tal uopo di un cilindretto di vetro per sovrapporre l' un filo all' altro in punti perfettamente lucidi. Preferironsi i contatti immediati in queste delicatissime esperienze alle comunicazioni fatte col mercurio, perchè se n' erano sempre riscontrati effetti maggiori e più certi: lo Zantedeschi si convinse che l' amalgama che si formava all' estremità dei fili di

[illegible]

[illegible] Dal Negro.

[illegible] diversa natura dei metalli [illegible] Faraday aven- [illegible] una con un filo di [illegible] le pose [illegible] moltiplicatori, [illegible] correnti prodotte [illegible] cammin- [illegible] e trovò che la corrente [illegible] il rame era più possente [illegible] stessa calamita in [illegible] perciò dicemmo all'arti- [illegible] più volte citato, doversi il [illegible] preferire al secon- [illegible] pel lo zinco col ferro, [illegible] piombo, il primo su- [illegible] il ferro fu più possente

degli altri due e lo stagno produsse più effetto del piombo e degli altri metalli. Può adunque stabilirsi l'ordine seguente: rame, zinco, ferro, stagno e piombo, che è l'ordine presso a poco della conducibilità elettrica, e quello che trovarono Babbage, Herschell ed Harris negli esperimenti di rotazione magnetica.

Eransi dati a somiglianti esperimenti, anche il Nobili e l'Antinori col rame, col ferro, col bismuto e con l'antimonio. Il ferro interessava come il primo fra i metalli magnetici; il bismuto e l'antimonio pel posto distinto che occupano nella scala del termo-magnetismo. Da esperimenti eseguiti in circostanze approssimativamente eguali risultò loro il rame essere il più attivo; viene in seguito il ferro a poca distanza; indi l'antimonio e per ultimo il bismuto. Attesa la fragilità di questi due ultimi metalli non si poteva, a dir vero, ridurli alla figura di spirali che fondendoli in forme adattate. A questo mezzo, che riusciva lungo ed anche difficoltoso, supplirono gli anzidetti fisici con un ripiego. Fecero spirali quadre con tanti bastoncini o verghette dei suddetti metalli, saldati alle estremità, od anche semplicemente premute le une contro le altre per assicurare i contatti. Per la comparabilità dei risultamenti è poi inutile avvertire, ch'erasi data alle altre spirali di rame e di ferro la medesima forma quadrangolare.

Abbiamo veduto come la corrente prodotta dall'avvicinamento delle spirali ai poli di una calamita, oppure all'atto della introduzione di questa nel mezzo alle spire, riuscisse diretta in senso opposto a quella che prodotto avrebbe la polarità posseduta dalla calamita. Operando invece con le spirali ravvolte sulle braccia stesse della calamita all'attaccarsi dell'ancora ai poli si osserva che l'ago devia dalla medesima parte, come all'atto della introduzione delle spire, ed in senso opposto al distaccarsi dell'ancora. All'attacco adunque dell'ancora si hanno nelle spirali due correnti dirette dalla medesima parte di quelle, che si ottengono allorchè le spirali s'introducono nei poli della calamita, ed al distacco dell'ancora altre due correnti dirette come quelle che si risvegliano all'estrarsi delle spirali dai poli magnetici. Queste declinazioni hanno luogo in senso inverso, allorchè si attacca e distacca l'ancora fra la spirale e la parte arcuata della calamita; e la ragione è ben chiara, perchè i centri magnetici di azione vengono a rimuoversi in una direzione opposta a quella che ha luogo all'attacco e distacco dell'ancora ai poli magnetici. Non si mancò pure di osservare, che l'intensità della declinazione va gradatamente diminuendo a proporzione che l'ancora si attacca o distacca da sezioni più distanti dai centri dell'azione magnetica.

Quantunque assai comoda e notabile per accresciuta potenza di effetti fosse la disposizione dianzi accennata, di ravvolgere cioè intorno alla calamita le spirali e di produr le correnti attaccandone e staccandone l'ancora; pure il Nobili e l'Antinori conobbero i primi essere disposizione ancora più vantaggiosa, quella di ravvolgere queste spire nella parte di mezzo dell'ancora stessa, come si è detto nell'articolo CALAMITA tante volte citato (T. III, di questo Supplemento, pag. 144), ed è questo il modo che venne poi generalmente adottato nella costruzione delle macchine magneto-elettriche.

Ecco dietro quali ragionamenti il Nobili ed Antinori sieno venuti a questa ultima disposizione. Notavano eglino tre essere le condizioni da soddisfarsi per combinare i due sistemi, cioè la spirale e la calamita, in modo che producano il massimo effetto. La prima, che la spirale sia più che si può vicina alla calamita; la

congiunzione, era d' ostacolo al trascorrimento di queste tenuissime correnti; dopo aver chiuso il circuito per qualche tempo, toglievasi la continuità dei due fili sovrapposti, e l' ago deviava di 3° circa a sinistra dell' osservatore; rinnovato l' identico esperimento con l' altra estremità del polo sud, ch' era internamente discendente, al dischiudersi del circuito ebbesi pure una declinazione a sinistra, ma minore di 3°. È però da notarsi che le spire corrispondenti a questa estremità erano un po' lontane dal centro dell' azione magnetica.

Lo Zantedeschi dice avere costantemente veduto, che col numero delle spire si accresce l' ampiezza delle deviazioni galvanometriche, sebbene quella non fosse perfettamente proporzionale al loro numero. Non è però a credersi, come sentenziarono alcuni fisici, che si conseguiscano effetti maggiori, quanto più si accresce il numero delle spire in una determinata spirale. Vi è un limite, che è in ragione della corrente tradotta e della conducibilità del filo, come se ne convinse lo Zantedeschi coi moltiplicatori e con le calamite elettriche. Ma la determinazione di questo limite non può essere che il frutto di moltiplicate esperienze, nelle quali si tenga rigorosissimo conto di tutte quelle circostanze, che concorrono alla modificazione del fenomeno.

L' influenza poi che esercita la distribuzione delle spire intorno ai poli magnetici è sensibilissima. Avendo lo Zantedeschi avvolta al polo norte di una magnete una spirale di filo di rame fasciato di seta, che era di trenta spire, distribuita in guisa da estendersi a tutto quel braccio della calamita, e stabiliti i congiungimenti con le estremità del filo galvanometrico, all' attacco dell' ancora ai due poli, ebbe una deviazione di 27°, e al distacco un' altra opposta di 27°. Raccolta che ebbe la spirale pressochè tutta intorno al centro di azione del polo suddetto, l' ampiezza delle declinazioni suddette, crebbe fino a 125°. Di questa influenza egli rese ragione con la dottrina delle correnti indotte, l' efficacia delle quali deve essere tanto maggiore, quanto è minore la distanza ci trovansi le spire. Nelle spire, egli dice, vi sono le correnti indotte che vengono ad essere, nel finale risultamento, conspiranti con la corrente principale, e queste mancano nel filo rettilineo. Di qui trae origine la spiegazione dell' efficacia dei moltiplicatori, e del condensatore elettro-dinamico del Nobili. Questo fatto venne ancora riconfermato dal Masson, che pubblicò le sue esperienze nel 1838. Non vuolsi però dimenticare in questo fenomeno l' influenza maggiore che dee esercitare il centro di azione magnetica sulle spire per la minore distanza alla quale furono collocate.

Il maggior diametro del filo torna ancora utilissimo all' intensità di queste correnti. Le spirali formate dal filo di rame, che aveva il diametro circa di un millimetro, diedero effetti maggiori, a cose uguali, di fili a diametri minori. Questo risultamento quadra perfettamente con quelli che ebbero Faraday e *Dal Negro* per l' elettro-magnetismo.

Quanto alla diversa natura dei metalli, onde si formano le spirali, Faraday avendone formato due, l' una con un filo di ferro e l' altra con uno di rame, le pose in comunicazione con due moltiplicatori, riuniti per guisa che le correnti prodotte dalla influenza delle calamite camminassero in senso inverso, e trovò che la corrente eccitata nel filo di rame era più possente di quella prodotta dalla stessa calamita in un filo di ferro; perciò dicemmo all' articolo CALAMITA, più volte citato, doversi il primo di questi metalli preferire al secondo. Paragonando poi lo zinco col ferro, con lo stagno e col piombo, il primo superò gli altri tre; il ferro fu più possente

degli altri due e lo stagno produsse più effetto del piombo e degli altri metalli. Può adunque stabilirsi l'ordine seguente: rame, zinco, ferro, stagno e piombo, che è l'ordine presso a poco della conducibilità elettrica, e quello che trovarono Babbage, Herschell ed Harris negli esperimenti di rotazione magnetica.

Eransi dati a somiglianti esperimenti, anche il Nobili e l'Antinori col rame, col ferro, col bismuto e con l'antimonio. Il ferro interessava come il primo fra i metalli magnetici; il bismuto e l'antimonio pel posto distinto che occupano nella scala del termo-magnetismo. Da esperimenti eseguiti in circostanze approssimativamente eguali risultò loro il rame essere il più attivo; viene in seguito il ferro a poca distanza; indi l'antimonio e per ultimo il bismuto. Attesa la fragilità di questi due ultimi metalli non si poteva, a dir vero, ridurli alla figura di spirali che fondendoli in forme adattate. A questo mezzo, che riusciva lungo ed anche difficoltoso, supplirono gli anzidetti fisici con un ripiego. Fecero spirali quadre con tanti bastoncini o verghette dei suddetti metalli, saldati alle estremità, od anche semplicemente premute le une contro le altre per assicurare i contatti. Per la comparabilità dei risultamenti è poi inutile avvertire, ch' erasi data alle altre spirali di rame e di ferro la medesima forma quadrangolare.

Abbiamo veduto come la corrente prodotta dall'avvicinamento delle spirali ai poli di una calamita, oppure all'atto della introduzione di questa nel mezzo alle spire, riuscisse diretta in senso opposto a quella che prodotto avrebbe la polarità posseduta dalla calamita. Operando invece con le spirali ravvolte sulle braccia stesse della calamita all'attaccarsi dell'ancora ai poli si osserva che l'ago devia dalla medesima parte, come all'atto della introduzione delle spire, ed in senso opposto al distaccarsi dell'ancora. All'attacco adunque dell'ancora si hanno nelle spirali due correnti dirette dalla medesima parte di quelle, che si ottengono allorchè le spirali s'introducono nei poli della calamita, ed al distacco dell'ancora altre due correnti dirette come quelle che si risvegliano all'estrarsi delle spirali dai poli magnetici. Queste declinazioni hanno luogo in senso inverso, allorchè si attacca e distacca l'ancora fra la spirale e la parte arcuata della calamita; e la ragione è ben chiara, perchè i centri magnetici di azione vengono a rimuoversi in una direzione opposta a quella che ha luogo all'attacco e distacco dell'ancora ai poli magnetici. Non si mancò pure di osservare, che l'intensità della declinazione va gradatamente diminuendo a proporzione che l'ancora si attacca o distacca da sezioni più distanti dai centri dell'azione magnetica.

Quantunque assai comoda e notabile per accresciuta potenza di effetti fosse la disposizione dianzi accennata, di ravvolgere cioè intorno alla calamita le spirali e di produr le correnti attaccandone e staccandone l'ancora; pure il Nobili e l'Antinori conobbero i primi essere disposizione ancora più vantaggiosa, quella di ravvolgere queste spire nella parte di mezzo dell'ancora stessa, come si è detto nell'articolo CALAMITA tante volte citato (T. III, di questo Supplemento, pag. 144), ed è questo il modo che venne poi generalmente adottato nella costruzione delle macchine magneto-elettriche.

Ecco dietro quali ragionamenti il Nobili ed Antinori sieno venuti a questa ultima disposizione. Notavano eglino tre essere le condizioni da soddisfarsi per combinare i due sistemi, cioè la spirale e la calamita, in modo che producano il massimo effetto. La prima, che la spirale sia più che si può vicina alla calamita; la

seconda, che l' asse della spirale coincida con quello della calamita; la terza, infine, che la spirale si presenti all' azione del magnetismo o si sottragga da quello nel tempo il più breve.

Immaginando un cilindro calamitato coperto di spire da un capo all' altro, si aveva in questa disposizione soddisfatte le due prime condizioni, quella cioè della vicinanza dei due sistemi, egualmente che l' altra della coincidenza degli assi. Mancava però la terza condizione, la quale consisteva nella possibilità di togliere tutto ad un tratto l' un sistema dalla presenza dell' altro. Se pure si lasciava un po' di vano fra la spirale e la calamita per potere estrarre liberamente l' una dall' altra, e supponevasi eziandio che questo vano non pregiudicasse sensibilmente alla condizione della prossimità; tuttavia non era meno vero che le spire o giri di cui si componeva la spirale, uscivano dal cilindro non già tutto ad un tratto e in un solo istante, ma successivamente uno dopo l' altro. A prima vista sembrar poteva quello un inconveniente senza riparo; e per verità non vi era mezzo di superarlo sintanto che si poneva in opera il magnetismo permanente delle calamite ordinarie. Supponendo invece che il cilindro coperto della sua spirale, in cambio d' essere, come dianzi, d' acciaio calamitato, fosse al contrario di ferro dolce, privo affatto di magnetismo, in questo stato un tale cilindro sarebbe sicuramente senza azione sulla spirale, che lo avviluppasse; ma questa sua inazione cesserebbe al momento in cui l' asse si calamitasse per la presenza di altre calamite, o si smagnetizzasse dopo, abbandonato di nuovo a sè medesimo. Ora sapendo tutti essere precisamente questa la proprietà del ferro dolce, di calamitarsi cioè e scalamitarsi rapidamente; i fisici italiani rifletterono presentarsi questa proprietà molto opportuna pel caso delle spirali, le quali avviluppate che sieno d' intorno al ferro, vi si lasciano costantemente avvolte senza prendersi altra briga che di calamitare o scalamitare quel ferro quando piaccia di sviluppare su di esse la nuova specie di correnti elettriche. Nè era duopo per questo ricorrere a nuove combinazioni di calamite, avendosi in quelle ordinarie a ferro di cavallo quasi tutto l' occorrente, bastando un solo cangiamento nella forma ordinaria dell' ancora, la quale non trovandosi fatta per ricevere nel mezzo una spirale metallica d' un certo volume, doveva ridursi a quella figura che conveniva si a siffatto uffizio.

Fino poi dal primo annunzio del Faraday delle correnti ottenute da lui mediante il magnetismo, e da noi riferito nel luogo citato dell' articolo CALAMITA, aveva egli detto come, in un caso particolare, oltre alle deviazioni del galvanometro, ottenuto avesse eziandio una scintilla, ma senza specificare menomamente in qual guisa a ciò fosse giunto. Dietro quel solo cenno i fisici Nobili ed Antinori giunsero ad avere la scintilla, a quel modo che all' articolo CALAMITA si disse.

Dopo di avere a quel modo ottenuta la scintilla dalle calamite ordinarie sprendo al momento opportuno il circuito delle spirali magneto-elettriche, tentarono eglino d' ottenere lo stesso fenomeno a circuito aperto. Avevano già montata una grossa calamita nel modo il più conveniente per avere a piacimento le due scintille dell' attacco e distacco dell' ancora, e fu con tale apparecchio che questi fecero nuovi tentativi. L' ancora applicata ad un movimento di va e vieni dando all'esperimentatore tutta la facilità d' operare.

La forza dell' apparato, misurata al galvanometro comparabile, era di 25 a 26°, ed immancabili sempre erano le scintille dell' attacco e distacco dell' ancora, e visibilissime sempre in pieno giorno, non

diversamente da quelle che si traggono dalle macchine elettriche.

Levate le molle del meccanismo per operare a circuito aperto, si disposero le estremità della spirale magneto-elettrica in modo che si guardassero l' una con l' altra, e fossero separate da piccolissimo intervallo. Si fece buio nella stanza, e si cominciò il solito giuoco del distacco e dell' attacco, per vedere se compariva luce fra le due punte; ma non ne apparì mai il benchè menomo indizio.

Sospettossi che l' aria frapposta fosse nella sua qualità di mezzo isolante, un ostacolo troppo forte al passaggio della luce elettrica. Si portarono quindi le punte della spirale dentro una campana pneumatica, si fece il vuoto, e ripetuto più e più volte l' esperimento non si ottenne nemmeno in questa circostanza luce di sorta alcuna.

In questi esperimenti il filo della spirale era coperto, come si suole, d' un semplice filo di seta. Sul timore che tale isolamento non bastasse in un fenomeno di tensione elettrica, come diveniva quello di cui si trattava, si preparò a bella posta un filo vestito prima di seta, su cui poscia si fuse uno strato di cera per isolarlo perfettamente. Innanzi d' avvolgere questo filo intorno alla parte centrale dell' ancora, si coperse quella parte con una striscia di seta, e fu poi incerata di questa che si applicò la spirale. Toccando col ventre di questa spirale un elettrometro a paglie divergente per elettricità ricevuta, tale divergenza scemava di ben poco, il che provava che l' isolamento delle spire era tale, quale poteva desiderarsi. Ad onta di queste cure il risultamento non fu più felice di prima; mancò sempre, e nell' aria e nel vuoto la luce elettrica fra le punte della spirale.

Tutto induce a credere che il Faraday non avesse ottenuto la scintilla a principio che eventualmente, e senza poter riprodurla, e che i fisici italiani sieno stati i primi ad indicare il modo di ottenerla a volontà e con sicurezza. Abbiamo in fatti veduto come il Faraday l'annunziasse alla Società reale di Londra, unitamente ad altri fatti, e ad altre sue vedute relative, mediante la lettura d' una Memoria, che non fu per allora pubblicata, ma di cui Hachette comunicò all' Accademia delle scienze di Parigi il 26 di dicembre 1831 una notizia, che *le Temps*, giornale parigino, riferì due giorni dopo, nel suo numero 801 del 28 dicembre.

Da questo giornale e da quella notizia informati Nobili ed Antinori dei nuovi risultamenti annunziati dal Faraday, impresero nel Museo Reale di Firenze a ripeterne gli esperimenti, ai quali aggiungendone più altri, furono per essi condotti non solo a confermare la formazione delle correnti indicate dal Faraday, ma, mediante disposizioni particolari di loro invenzione a convertire una calamita qualunque a ferro di cavallo in un apparato elettrico, da cui si otteneva costantemente la scintilla, a scuoprire altri fatti importanti relativi al magnetismo terrestre, ed al magnetismo di rotazione, ed a fissare la vera teorica di quest' ultimo che ancora mancava.

Una relazione di questi loro interessanti lavori, fu da loro consegnata nel giorno 31 gennaio 1832 al direttore dell' Antologia di Firenze, che la pubblicò il di 11 febbraio in quel giornale, nel fascicolo che comprendeva i numeri 11 e 12 del secondo decennio; alquante copie a parte essendo già state alcuni giorni prima inviate a molti fisici, non solo d' Italia, ma anche di Francia, di Germania e d' Inghilterra, e fra questi allo stesso Faraday, cui dovè pervenire poco oltre la metà del mese di febbraio.

Quasi un mese dopo, l' estensore della

Litterary Gazette, che nel numero 788, sabato 25 febbraio, aveva annunziato la scoperta fatta dal Faraday delle correnti elettriche indotte nei fili metallici per l'influenza della calamita, nel numero 791, del 17 marzo riferì che lo stesso Faraday in una sua comunicazione all' Istituto reale aveva preso a spiegare il magnetismo di rotazione scoperto da Arago, applicandovi la sua scoperta delle correnti suddette.

Nel susseguente numero 792, del 24 marzo il Giornalista annunziò essere giunta a Londra dall'Italia la notizia d' un risultamento del più grande interesse per la scienza ottenuto dal Nobili, tacendo dell' Antinori, nelle sue ricerche elettro-magnetiche, cavando da una calamita comune una scintilla simile a quella dell' elettricità. In quel giorno usando giustizia al Faraday ed al Nobili lasciava a questo il merito della scoperta, attribuiva al primo quello d' averla preparata. Ecco le di lui parole: « Il risultamento del Nobili sembra completare l' evidenza dell' identità fra l' elettricità ed il magnetismo, nè dubitiamo che quando le particolarità di queste esperienze saranno conosciute (e lo erano già quanto le esperienze stesse per la chiarezza della descrizione) unitamente alle ricerche induttive di Faraday, che rapidamente tendevano alla stessa scoperta, ed alle investigazioni di Ritchie sulla teoria e sulle leggi d' azione della batteria galvanica, procureranno una feconda sorgente di nuovi ed interessanti sviluppi in questi misteriosi rami della scienza naturale. »

Dopo una settimana nel numero 793, del 31 marzo, il giornalista stesso, cangiato metro, esprimeva il suo dispiacere per avere commesso una grave ingiustizia, e soggiunse di averla commessa per non avere innanzi a sè tutto l'insieme dei fatti.

Egli fa consistere questa ingiustizia nel-

l' avere, con l' articolo del 24 marzo attribuito al Nobili qualche cosa più della ripetizione materiale degli esperimenti del Faraday, e nel non avere detto che il Nobili ottenne la scintilla dalla calamita seguendo l' esempio del Faraday, e che sono tutti di quest' ultimo gli esperimenti relativi fatti in Francia ed in Italia. Resterebbe da sapersi quali notizie e quali documenti fossero caduti sotto gli occhi del giornalista solo dal 24 al 31 marzo, ma divulgati dal Faraday a tempo da potere essere noti a Firenze ai Nobili ed Antinori prima del 31 gennaio 1832, giorno in cui questi pubblicarono i risultamenti dei loro esperimenti, e se questi documenti fossero atti a porre quelli e gli altri fisici in grado di ottenere la scintilla della calamita, seguendo l' esempio del Faraday, e riferissero gli esperimenti stessi eseguiti a Firenze in modo da potersi dire con verità ed in buona fede che erano tutti del Faraday, e che gli altri non avevano fatto che ripeterli e confermarli.

Commettendo una reale e grave ingiustizia mentre affettava di volere riparare una immaginaria e fantastica, il giornalista affermava che, senza togliere nulla alla fortunata diligenza del Nobili, poteva stabilirsi sul suo proprio scritto che egli attribuiva i suoi esperimenti all' avere veduto copia d' una lettera del Faraday a Parigi, e che seguendo l' esempio di lui egli pure ottenne la scintilla della calamita.

Cominceremo da osservare che non solo non potrebbe dirsi fortunata diligenza quella di chi ripetendo esperimenti già fatti e resi noti da un altro ottenesse i risultamenti medesimi, ma che con miglior ragione si direbbe ignoranza o goffaggine quella di chi non gli ottenesse. Non esitiamo poi ad affermare che, mentre niun fisico ha potuto, con l' unico sussidio della lettera comunicata da Hachette all' Acca-

demia delle scienze di Parigi, dalla quale soltanto Nobili ed Antinori ebbero cognizione degli esperimenti del Faraday, giungere ad ottenere la scintilla dalla calamita, e nemmeno a formarsi un' idea delle circostanze, probabilmente eventuali, per le quali poteva essere avvenuto al Faraday d' ottenerla in un caso particolare, che era ignoto ad ogni altro, fuorchè allo stesso Faraday. All' opposto chiunque non affatto digiuno delle cose fisiche abbia letto lo scritto di Nobili ed Antinori da essi fatto il 31 gennaio 1832, e pubblicato nell' Antologia di Firenze il dì 11 febbraio, ha potuto facilmente ripetere gli esperimenti ivi chiaramente descritti, ed ottenerne gli stessi risultamenti.

In appresso dall' estratto della memoria del Faraday inserito nel fascicolo d' aprile 1832 della Biblioteca universale di Ginevra venne a rilevarsi in che consistesse il caso particolare, in cui il Faraday ottenuto aveva la scintilla. Preso un grosso anello di ferro lo aveva egli coperto di due sistemi di spirali, divisi da un intervallo di mezzo pollice circa, e per modo che il primo occupasse una metà dell' anello, ed il secondo il rimanente. La prima spirale, messa in comunicazione coi poli d' una pila, era destinata a calamitare temporariamente l' anello di ferro; la seconda spirale, disposta con le sue estremità a piccolissima distanza l' una dall' altra, era invece destinata a sentire l' influenza del magnetismo eccitato nell' anello. Le estremità, di cui si parla, non erano precisamente quelle dei due capi della spirale; ma bensì due punte di carbone aggiunte a questi capi, e da quelle punte poi si dice che usciva una debole scintilla al momento in cui si sospendeva l' azione della pila o si rinnovava.

Venuti a conoscenza di questo fatto Nobili ed Antinori fecero intorno ad esso le osservazioni seguenti. Primieramente, che la scintilla ottenuta a quel modo sarebbe venuta non già direttamente dal magnetismo delle calamite ordinarie, ma indirettamente da quello che le correnti voltaiche sono in grado d' eccitare sul ferro dolce; sicchè, ammesso anche il fatto senza eccezione, non si sarebbe con esso riempiuta la lacuna più importante, restando sempre a scoprire il modo di trarre a dirittura la scintilla dal magnetismo ordinario senza il concorso dell'elettricità.

In secondo luogo, che quella luce si manifestava a circuito aperto, fra le punte cioè di carbone aggiunte ai capi della spirale; mentre eglino non avevano mai potuto ottenere nella medesima circostanza il più tenue barlume di luce, come abbiamo veduto, sia operando nell' aria come nel vuoto. È bensì vero che non avevano mai impiegate le punte di carbone; ma questa mancanza anzichè diminuire di forza avvalorava i loro risultamenti. Il carbone appartiene di certo alla classe de' buoni conduttori; ma fra questi è ben lontano dal figurare fra i primi; si trova invece fra gli ultimi, qualunque cura si prenda nello sceglierlo e nel prepararlo. De' pezzetti di ottimo carbone introdotti ne' circuiti delle loro armature o facevano mancare totalmente il fenomeno della scintilla, o l' indebolivano nel modo più notabile. L' armatura magneto-elettrica che si trovava applicata alla grossa calamita del Museo, dava sul galvanometro comparabile una corrente della forza di 25 a 26°. Questa corrente si riduceva a soli 5° con l' introdurre nel suo circuito un fuscellino di carbone della lunghezza di sei linee. Una sola linea di questa sostanza bastava per far soffrire alla corrente una perdita enorme, poichè dai 25 ai 26° la faceva discendere fino ai 9°.

In terzo luogo notavano Nobili ed Antinori che esperimentando l' anello del Faraday prima con le punte di carbone,

indi senza, che a loro credere, era disposizione più vantaggiosa, si nell' uno come nell' altro caso non mai loro avvenne di vedere luce fra le punte separate della spirale magneto-elettrica. Cinque furono gli esperimenti che eseguirono con l' anello del Faraday, vestito alla sua maniera, e fatto della grandezza e grossezza indicate nell' estratto della sua memoria. Nel primo esperimento impiegarono una pila di 14 elementi; nel secondo un solo grande elemento alla Wollaston, d' un piede e mezzo quadrato di superficie; nel terzo una pila di sedici elementi; nel quarto e nel quinto una pila di trenta. La grandezza degli elementi delle pile fu in tutti due i casi la medesima, vale a dire di 14 pollici quadrati di superficie. Misurarono la forza della corrente magneto-elettrica eccitata dalle due prime combinazioni, ed una tal forza risultò di 90° circa del loro galvanometro comparabile, tanto nel caso della pila di 14 elementi, quanto nell' altro del solo grande elemento alla Wollaston. Questa forza di 90° sorpassa di molto quella di 25 a 30° che ottenevano dalle loro armature magneto-elettriche, ed appena l' ebbero misurata, sperarono di vedere senza difficoltà la luce annunziata dal Faraday, ad onta che la disposizione del circuito aperto non gli avesse mai condotti a questo risultamento. Il fatto non corrispose all' aspettativa: non comparve mai luce nell' intervallo aperto della spirale, e solamente questa luce appari, quando, chiuso prima il circuito metallico, lo aprivano al momento opportuno, all' atto stesso, cioè, in cui la pila cominciava o cessava d' agire sull' anello. Notarono pure intorno a questa luce ottenuta nel modo consueto che mancava quando s' introducevano nel circuito le punte di carbone, e si trattava d' avvicinarle fra queste punte all' atto di separarle nel momento opportuno. Per contrario l' effetto conveniva loro sempre

sopprimere quelle punte poco conduttrici ed operare al solito sul modo metallico. Ma la scintilla che si osservava in tal caso era più brillante e voluminosa di quella che tenevano dalle loro armature magneto-elettriche; ma invece più debole, malgrado la superiorità della forza della corrente da cui derivava, il che indicavano a novella prova degli errori in cui si può cadere ritenendo che abbia a verificarsi generalmente il principio che le correnti magneto-elettriche più forti danno le più gran scintille.

Dopo l' esposizione di questi risultamenti dicevano Nobili ed Antinori dover venire ad una di queste tre conclusioni:

1.° Che il Faraday avesse impiegato fra di gran lunga superiori a quelle onde egli si servirono nel ripetere il di lui esperimento.

2.° Che la luce da lui osservata provenisse da straniera sorgente, dall' elettricità, cioè, della pila che straripava da una spirale sull'altra, nell'atto di sospendere l'azione del circuito, straripamento che accade anche nelle loro armature magneto-elettriche, e da cui l' esperimentatore non è abbastanza guarentito dall' osservare che la corrente voltaica, incanalata sulla prima spirale non passi per l' altra avvolta sullo stesso anello, essendo il più imperfetto isolamento sufficiente a ritenere le correnti voltaiche sulla via metallica dei fili congiuntivi, mentre lo stesso isolamento non vale più al momento, in cui interrompendosi il circuito la corrente acquista repentinamente una tensione così grande da uscire fuori de' ripari che la contenevano prima senza alcuna difficoltà.

3.° Che il Faraday, invece d' operare a circuito aperto, operasse realmente a circuito chiuso, il quale si aprisse al momento opportuno in grazia di qualche tremito o scossa accidentale che riceveva la sua disposizione nel punto di far agire la pila o

di sospenderne l'azione. Ai fisici italiani summentovati è avvenuto più volte questo caso; ed anzi, la prima volta che ci accadde, credettero realmente doversi aggiungere questa combinazione all'altra del circuito chiuso che avevano scoperta molto prima.

Conchiudevano eglino non dubitare che i fisici, e lo stesso Faraday, avrebbero interpretate le loro osservazioni nel vero loro senso, poichè trattandosi di verificare un fatto, anzi un principio, non avevano creduto dovere omettere nulla di ciò che poteva servire a schiarimento di una quistione che aveva pure a risolversi in un modo o nell'altro pei futuri progressi della scienza.

Questa dichiaravano il Nobili e l'Antinori che stata sarebbe la sola risposta che avrebbero indirizzata a coloro, i quali, contrastando ad essi la sorte d'avere scoperta la scintilla del magnetismo, non temessero d'asserire avere eglino ottenuto questo fenomeno seguendo l'esempio del Faraday. Fino dal momento in cui cominciarono ad occuparsi delle nuove correnti, esternato avevano il rammarico d'essere entrati in tale carriera prima di conoscere tutti i passi che poteva aver fatto in essa l'illustre fisico che l'aperse. Poscia ripeterono le stesse parole, aggiungendo solamente che l'ignoranza di quei passi, più che pregiudicievole, fu forse vantaggiosa alla scienza, dappoichè conoscendo le traccie del cammino battuto dal Faraday le avrebbero probabilmente seguite nelle loro ricerche, senza pensare ad aprirsi una nuova via che conducesse direttamente allo scopo, scoprendo il punto da cui si doveva partire per risolvere il problema delle scintille magnetiche.

Quello poi che più di tutto comprova il diritto di priorità dei Nobili ed Antinori nell'ottenimento della scintilla dal solo magnetismo, si è il passo seguente dell'opera di un concittadino dello stesso Faraday, cioè di Enrico Noad, intitolata *Corso di otto letture sulla elettricità, sul galvanismo, sul magnetismo e sull' elettro-magnetismo*, stampata a Londra nel 1839, e che ora ristampasi: alla pagina 341 vi si dice: « Dopo l'annunzio di questa esperienza (cioè quella del Faraday con le punte di carbone dianzi accennata) fecersi varii tentativi per ottenere lo stesso effetto con una calamita permanente di acciaio o con la pietra stessa senza intervento del galvanismo, ed il primo che sia riuscito in questo paese (cioè nell'Inghilterra) si fu Forbes, il quale operò con la calamita naturale presentata dall'Hope alla università di Edimburgo e capace di portare 170 libbre. La disposizione dell'apparato, col quale Forbes riuscì ad ottenere la scintilla il giorno 13 aprile 1832 (quindi due mesi e più dopo del Nobili), è rappresentato nella figura qui unita (Tav. XXIII delle *Arti fisiche*, fig. 5). Vedesi in A la grande calamita naturale: una spranga cilindrica di ferro dolce *a b* che passa attraverso l'asse dell'elice *c* congiugneva i poli della calamità; si trovò di grande importanza pel successo dell'esperimento, la esattezza del contatto, ed a tal fine un lato del cilindro erasi diligentemente lavorato sopra una curva di circa due pollici. Ebbesi grande vantaggio da una guida meccanica, non rappresentata nella figura, perchè l'assistente potesse prontamente ed esattamente presentare il cilindro congiungitore alla calamita anche nella oscurità. La elice *c* era formata di circa 150 piedi di filo di rame, del diametro presso a poco di un ventesimo di pollice, era lunga 7 pollici e mezzo, e conteneva nella sua grossezza 4 strati che erano diligentemente separati con tramessi isolanti di tela, e di cera lacca. Uno dei capi *d e* del filo passava pel fondo di un tubo di vetro *h* per metà riempito di

indi senza, che a lo
sizione più vantaggi
nell' altro caso non
vedere luce fra le
spirale magneto-elet
gli esperimenti che
lo del Faraday, vest
fatto della grandezz
nell' estratto della
esperimento impi
elementi: nel se
elemento alla W
mezzo quadrato d'
una pila di sedici
nel quinto una p
dezza degli elemen
due i casi la med
pollici quadrati
la forza della
eccitata dalle du
una tal forza ri
galvanometro
della pila di 14
del solo grand
Questa forza
quella di 25 a
loro armature
pena l' ebbero
dere senza dif
Faraday, ad
circuito aper
a questo risu
spose all' as
luce nell' in
solamente q
chiuso prim
van al m
s
sava d'
int

gneto-elettriche, si può, indipendentemente dalle misure galvano-metriche, decidere quali di queste combinazioni sieno le più potenti.

Il modo di attaccare e staccare l'ancora guernita nel mezzo delle spire metalliche non è indifferente. Nobili ed Antinori notarono che la deviazione prodotta sul galvanometro era la stessa, sia che il distacco si facesse bruscamente o tutto ad un tratto, oppure lentamente strisciando l'ancora sui poli cui era attaccata. L'effetto galvanometrico era adunque il medesimo pei due modi di stacco, e tuttavia le correnti che in quei due casi si hanno, tengono molto diversi caratteri; la corrente eccitata dal distacco brusco sembrando più istantanea e meglio atta a produrre la scintilla, l'altra invece di durata alquanto maggiore.

Dappoichè abbiamo toccato della durata più o meno grande di queste correnti, non sarà inutile avvertire come sieno fugacissime di loro natura, a tal che molti degli autori che ne parlarono le caratterizzarono come istantanee, e gli stessi Nobili ed Antinori, che nella loro prima memoria su tale argomento detto avevano, con espressione adattatissima, che queste correnti *durano ben poco*, poscia dissero che non circolavano che per un solo momento, e che la loro esistenza era al tutto *precarissima ed istantanea*, il che diede motivo allo Zantedeschi di una rettificazione, mostrando come solo decrescano rapidamente così da non apparirne più indizio dopo alcuni secondi. Tuttavia questa distinzione, utilissima per la scienza, può trascurarsi nella pratica applicazione del magneto-elettricismo, onde è che noi in appresso considereremo le correnti di esso come senza durata sensibile. È da notarsi inoltre come lo Zantedeschi medesimo dividesse in due classi le correnti elettriche prodotte dalle calamite, chiamando *magnetismo statico* quello che agisce sottoponendo le spirali alla influenza delle calamite senza alcun cangiamento sensibile nella distribuzione del loro magnetismo; e denominando invece *magnetismo dinamico* quello che si fa agire portando un'alterazione nello stato magnetico delle calamite medesime.

Abbiamo pure veduto all'articolo MAGNETISMO (pag. 197) come Faraday avesse riconosciuto correnti dirette dal centro alla circonferenza o viceversa in un disco girato in mezzo ai due poli di una calamita. L'apparato, col quale fece egli questo esperimento, e che può riguardarsi come una specie di macchina magneto-elettrica, vedesi disegnato nella fig. 6 della Tav. XXIII delle *Arti fisiche*. Consiste in un disco di rame A montato sopra un asse sostenuto da due ritti B, e che si fa girare con un manubrio C. D E, sono i fili conduttori, il primo mantenuto a perfetto contatto metallico, e l'altro con la circonferenza del disco. Ponesi quindi una possente calamita F in guisa che prenda in mezzo il disco fra i suoi due poli e ve lo lasci girare. I fili D ed E si congiungono col galvanometro G, quello E essendo tenuto sulla circonferenza del disco A, al punto che si trova in mezzo ai due poli della calamita. Le lettere *n s* indicano i poli norte e sud della calamita medesima. Facendo girare il disco A da destra a sinistra, come addita la freccia, vi si determina una corrente che va dal centro alla circonferenza, e di là pel filo E al galvanometro di cui fa deviare l'ago in un dato senso. Invertendo la rotazione del disco a la posizione dei poli della calamita la corrente elettrica cammina in direzione opposta, e l'ago devia in senso contrario di prima per conseguenza. Faraday mostrò eziandio che i fenomeni elettrici di questo disco potevano riprodursi anche senza la calamita, pel solo effetto del magnetismo

terrestre. Dispose a tal fine il disco di rame suddetto in guisa che girasse in un piano orizzontale: la direzione dell' inclinazione magnetica tagliando questo piano sotto un angolo di circa 70°, questo angolo era bastantemente prossimo a 90° per produrre una corrente elettrica, la quale andava nella direzione dei raggi dal centro alla circonferenza, o da questa a quello, secondo che si girava in un senso o nell' altro. Disposti due conduttori allo stesso modo che nella fig. 6 l' ago calamitato del galvanometro deviava sul momento quando giravasi il disco, e le correnti riuscivano dirette in conformità alla natura dei poli magnetici. Rendesi sensibile questo effetto con un disco di rame del diametro di un pollice e mezzo e della grossezza di 1/5 di pollice, cogli orli amalgamati per rendere più immediato il contatto coi conduttori che stabiliscono la comunicazione col galvanometro.

Dietro le precedenti osservazioni un globo di metallo non può girare senza produr nel suo interno correnti elettriche dietro un piano perpendicolare a quello di rivoluzione, a meno che l' asse di rotazione non coincida con la direzione della inclinazione magnetica. Per verificare questo fatto Faraday fece uso di un globo di rame, del diametro di 4 pollici e cavo. Una asta di rame fissata nel globo serviva di asse di rotazione, e si riconoscevano le correnti mediante aghi astatici simili a quelli che si usano pel moltiplicatore. Questi aghi trovavansi nel piano del meridiano magnetico, ed il centro del globo nello stesso piano orizzontale dell' ago superiore. Dal momento in cui davasi al globo un moto di rotazione, prendendo per asse una linea contenuta nel piano del meridiano magnetico, e perpendicolare alla direzione che prende un ago calamitato sospeso liberamente, tosto gli aghi deviavano in un senso che variava secondo quello della rotazione. Girando il globo da levante a ponente, il polo nord deviava verso levante. Gli aghi davano lo stesso effetto ponendo il globo a levante di essi. Inclinando notabilmente l' asse di rotazione, l' influenza del globo sull' ago calamitato era minore e riusciva nulla quando l' asse era poco distante dalla linea d' inclinazione magnetica. Questo globo diveniva adunque simile ad un disco di rame, potendosi raccogliere l' elettricità di una specie all' equatore e l' altra ai poli. Faraday, osservando che le deviazioni dell' ago erano esattamente nella stessa direzione di quelle ottenute dal Barlow con la rotazione del ferro, ne conchiuse essere la stessa causa che produce in entrambi i casi quei fenomeni.

Rimane ben dimostrato adunque non potersi muovere un pezzo di metallo a contatto con altri senza che si producano correnti elettriche, e Faraday fece osservare in proposito essere molto probabile che nella disposizione delle macchine a vapore e simili forminsi combinazioni accidentali magneto-elettriche, le quali presentino effetti non ancora osservati. Inoltre ritiene che, supponendo la rotazione della terra produrre correnti nella sua propria massa per l' induzione magneto-elettrica, queste correnti sarebbero, almeno alla superficie, dirette nelle parti vicine all' equatore in senso opposto a quello verso i poli, donde risulterebbe che potendo applicare collettori all' equatore ed ai poli della terra troverebbesi al primo elettricità negativa e positiva ai secondi.

Tutti gli indicati metodi nullameno di ottenere dalle calamite effetti elettrici e la scintilla fra questi, se erano sufficientemente buoni per dimostrare la verità di questi fenomeni non lo erano del pari per produrli facilmente, e con tale efficacia da poterne studiare le proprietà. Il Gherardi pensato aveva di comunicare me-

diante un meccanismo da oriuolo un moto oscillatorio all' ancora di una calamita stabile, per ottenere una scintillazione intermittente continua, nel che diceva non dubitare che sarebbe riuscito. Abbiamo però veduto all' articolo CALAMITA come il Pixii pel primo desse agli apparati una forma migliore riducendoli a macchina rotatoria, e facendo per tal guisa che gli effetti si succedessero con tale rapidità da averne effetti molto più evidenti e maggiori. Riusciva tuttavia incomodo in quel meccanismo il dover far girare la calamita, la quale avendo ad essere molto possente era per lo più anche assai grande e pesante. Ben presto venne quindi adottata una facile modificazione facendo che invece la calamita rimanesse immobile, verticale od orizzontale, e che girasse di contro ai poli di essa, l' ancora sulla quale sta ravvolta la spira che dee ricevere l' indotta corrente. Il Noad addietro citato attribuisce questo miglioramento a Saxton, che lo presentò alla Società Britannica per le scienze nel giugno 1803. Pare che questa macchina venisse poi migliorata dal Newman. I principii, sui quali si fondano questi apparati, sono una somma celerità nelle inversioni di polarità e spirali a numerose elici di fili lunghi da 50 a 100 e più metri. Descriveremo qui estesamente quella a calamita verticale di Clarke che è certamente una delle migliori, e parleremo più innanzi anche d' una di quelle orizzontali, meritando entrambe di essere conosciute.

La macchina magneto-elettrica migliore che si conosca oggidì e più diffusa è quella di Clarke, la quale vedesi disegnata prospetticamente sul dinanzi nella fig. 1 della Tav. XXIV delle *Arti fisiche* ed in sezione trasversale nella fig. 2. A è in essa il magazzino magnetico, formato di sprangbe curvate a ferro di cavallo poste verticalmente e fissate contro un piano di legno B con la traversa C, la quale, mediante una vite, preme il magazzino magnetico contro il piano B. In tal guisa questo magazzino può facilmente togliersi dalla macchina indipendentemente dal resto di essa, ed inoltre non partecipa della vibrazione che necessariamente producesi attaccando l' apparato di rotazione alla calamita stessa. D è l' armatura d' intensità ovvero l' indottore che invitasi sopra un asse di ottone, il quale passa fra i poli della calamita A, ed al quale si comunica il moto mediante la grande carrucola E. Questa armatura ha due spirali di sottile filo di rame isolato, lungo 1500 giarde (1371^m) ravvolto sopra cilindri di ferro, il principio di ciascuna spirale essendo saldato alla armatura D, dalla quale sporge un' asta di ottone, saldata anch' essa in D, che porta il pezzo d' interruzione H il quale può essere fissato nella posizione che si vuole mediante piccole viti di pressione. I è un cilindro di ottone cui sono saldati i capi delle spirali F G, e che rimane isolato mediante un pezzo di legno duro interposto fra esso e l' asse di ottone. O è una molla di filo di ferro che preme sopra il cilindro I da un capo e viene a contatto metallico dall' altro con una vite di ottone fissata sulla piastra M attaccata al ceppo di legno L. P è un ritto quadrato di ottone fissato nell' apertura quadrata di un altra piastra di ottone N, e che può fermarsi a qualunque altezza si vuole. Q è una molla di metallo che soffrega leggermente sul pezzo interruttore H, e viene a perfetto contatto metallico con la vite di pressione posta alla cima di P. T è un arco di filo metallico che congiugne le due piastre di ottone M N: quindi D H Q P N sono in comunicazione col principio di ciascuna spirale ed I O M lo sono col fine di esse. Questa disposizione delle molle O Q, del cilindro I, e dell' interruttore H vennero disegnate a parte più in grande nella fig. 3, acciò pos-

sono essere meglio comprese. Nella fig. 2. che rappresenta, come dicemmo, questa macchina in sezione, si vede in qual modo sia imperniato l' asse che conduce il pezzo D, e come sieno su di esso assicurati i cilindri di ferro e le spirali F G ravvoltevi intorno.

I vantaggi di questa disposizione su quella prima adottata da Saxton sono che in quella, la comunicazione in I facevasi mediante un disco che pescava sempre nel mercurio, e la interruzione con punte, fissate sopra un cilindro in H, le quali pescavano ad ogni qual tratto in un po' di mercurio sottoposto. Avevasi con ciò lo svantaggio che questo liquido veniva slanciato via, producendo non solamente grande perdita di esso, ma quel che è peggio il danno che la macchina cessava ben presto di agire. Nella disposizione adottata da Clarke invece le molle di metallo O e Q premono leggermente sul cilindro I e sull' interruttore H, e conseguentemente gli effetti si possono continuare quanto a lungo si vuole. Inoltre la superficie del mercurio ossidandosi prontamente ed aderendo questo ossido al disco ed alla punta, impediva che il contatto metallico riuscisse così perfetto, come quello che si ottiene dalla molla col cilindro e con l' interruttore. Siccome poi si vede nella fig. 3, questo interruttore è formato di due curve eccentriche a piani inclinati *a b*, sicchè girando nel senso indicato dalla freccia, ora la molla Q viene a contatto con l' interruttore ed ora questo l' abbandona, accadendo ciò due volte per ogni giro dell' asse che porta il pezzo D. La disposizione di questa macchina si varia secondo il genere di effetti che si vuole ottenere nei modi che vedremo più innanzi.

Intensità. Per avere gli effetti d' intensità si pongono le faccie dei cilindri di ferro che portano le spirali F G parallele e quasi a contatto col magazzino magnetico A; locchè può farsi con tutta facilità, mediante la vite del pezzo C della macchina. Deesi quindi disporre la molla Q che viene a contatto dell' interruttore, in guisa che si separi da questo precisamente al momento in cui i cilindri di ferro dell' armatura D abbandonano i poli del magazzino magnetico, e far si che l' altra molla di filo di ferro O prema sempre leggermente contro il cilindro di ottone I.

Quantità. L' armatura di quantità differisce materialmente da quella adoperata per la intensità, la lunghezza del suo filo essendo molto minore, cioè di sole 40 giarde (36m.6) invece che di 1500 giarde che era per l' armatura d' intensità. Questo filo era invece d' altra parte molto più grosso. L' inventore preferisce il filo di argento, il quale trovò superiore al rame nella proporzione di 3 ad 1. Anche la quantità del ferro dei cilindri è maggiore che nella armatura d' intensità. Gli effetti in somma di quantità sono tanto maggiori quanto più si aumenta la quantità del ferro nei cilindri, e quanto più scema la lunghezza dei fili di rame, e se ne aumenta la grossezza. Per avere la scintilla in tal caso si dee fare in modo che la molla Q si separi dall' interruttore nello stesso momento in cui l' armatura è verticale, essendo allora dessa in posizione neutrale relativamente ai poli del magazzino magnetico. Con questo induttore si possono ottenere tutti gli effetti che dipendono dalla quantità, e si può quindi paragonarlo ad un calorimotore, cioè ad una semplice coppia voltaica; mentre con l' altro induttore si hanno invece gli effetti di una pila composta di varie coppie.

Questa macchina magneto-elettrica di Clarke abbiamo creduto utile descrivere alquanto minutamente, imperciocchè è superiore veramente alle altre presentate dapprima. La scintilla ottenuta dall' induttore di quantità, con un interruttore a due

curve, riesce abbastanza intensa per illuminare una stanza di mediocre grandezza in guisa da lasciar leggere l' ora ed i minuti sopra un oriuolo posto all' altra estremità. Veduta col microscopio presenta l' aspetto di una stella brillante con raggi prismatici; è da osservarsi che questa scintilla è veramente quale apparisce, non essendovi il mercurio che coi suoi effetti di riflessione la faccia apparire più grande, come negli strumenti fatti in forma diversa, nei quali per tale cagione la scintilla appariva doppia di quello ch' era da vero.

Clarke costruì, anni sono, una macchina magneto-elettrica assai più grande di quelle tutte che fino allora si erano costruite, il magazzino magnetico essendo separato in due parti, congiunte insieme dagli induttori che giravano di contro alle sue cime. Erasi applicata la disposizione di quantità da una parte e quella d' intensità dall' altra. I risultamenti dati dalla macchina costruita in tal guisa furono così inattesi che il Clarke sospettò dapprima che vi avesse qualche difetto nella costruzione di essa. L' induttore di quantità era guernito, come al solito, di una corta spirale di grosso filo di rame isolato, e l' induttore d' intensità con 15,375 giarde (14,058^{m}) di sottile filo di rame. Provando gli effetti dell' intensità col voltametro vide con sorpresa non aver luogo alcuna decomposizione, quantunque la scossa ottenuta fosse molto forte ed anche pericolosa. Provò allora il Clarke quale fosse la forza decomponitrice dell' induttore di quantità, ed ottenne un pollice cubico del miscuglio dei due gas che compongono l' acqua in 4 minuti: essendo questo un nuovo fatto credette poterne dedurre che la causa stesse in un' azione composta, prodotta dalla rotazione dei due induttori, e si risolse quindi a disporre le calamite nello stesso modo come quelle delle altre macchine di simile genere; la sola differenza consistendo nella dimensione del meccanismo e nei mezzi di comunicare il moto agli induttori, lo che si faceva con calcole e manubri come pel tornio. Il magazzino magnetico era formato di 10 spranghe polite di acciaio, lunghe ciascuna 4 piedi, l' insieme delle quali portava 156 libbre; erasi fatto uso dell' avorio per trattenere i fili sugli induttori, invece di piastre di ottone che davano incerti risultamenti, a cagione della loro proprietà conduttrice. I nuovi risultamenti delle esperienze furono primieramente una grande quantità di gas ottenuta dall' induttore di quantità, che in un caso fu di un pollice cubico in un minuto e mezzo, il quale risultamento confermò la convenienza della fatta disposizione. Il secondo risultamento fu il debolissimo effetto decomponente dell' induttore d' intensità, come appare da una tavola data da Clarke. Il voltametro adoperato in questi strumenti era munito di due strisce di platino lunghe un pollice e larghe 3/8 di pollice; la forza decomponente era del resto accresciuta almeno 50 volte dalla sostituzione di fili di platino a punta molto aguzza. Altri esperimenti riguardavano la differente apparenza della scintilla con varie modificazioni degli induttori: con l' induttore d' intensità ottenevasi una scintilla lunga, grande, senza scoppio e molto simile a quella che passa dal primo conduttore di una macchina elettrica ad un corpo posto alla distanza cui può questa scintilla balzare. L' induttore di quantità dava una scintilla che, non solamente aveva la solita figura stellare, ma era accompagnata da un forte scoppiettio simile a quello prodotto dalla scarica di una boccia di Leida: malgrado queste differenze fra le due specie di scintille, apparivano non pertanto entrambe egualmente luminose. Questi esperimenti così brillanti e gli importanti risultamenti che se ne ottennero, mostrano quanto giovi fare possibilmente molto

in grande gli esperimenti, per uscire dalle dubbiezze delle scienze ed estendere i limiti delle cognizioni; dalla inattesa natura dei fenomeni relativi alla decomposizione risulta a quali erronee conclusioni avrebbero inevitabilmente condotto le piccole e quasi microscopiche osservazioni che si erano fatte dapprima, e quanto imperfette sieno ancora le cognizioni sul potere della elettricità.

Woolrich di Birmingham giunse pure ad usare della macchina magneto-elettrica per tutti gli effetti della galvano-plastica (V. PLASTICA), vale a dire per decomporre le soluzioni metalliche ed ottenerne piastre o copie esatte di vari oggetti, oppure per coprire un metallo con sottili strati di un altro, avendone così dorature, platinature, inargentature, stagnature e simili. Quantunque sia facile adattare a questa applicazione la macchina magneto-elettrica del Clarke qui addietro indicata, tuttavia descriveremo eziandio l'apparato onde il Woolrich servissi, per dare una idea anche della disposizione delle macchine magneto-elettriche orizzontali.

Vedesi l'apparato in pianta nella fig. 1 della Tav. XXV, delle *Arti fisiche*, in alzata laterale nella fig. 2; e di fronte nella fig. 3. Formasi di un magazzino magnetico a ferro di cavallo A posto orizzontalmente sopra una base di legno, e stabilmente assicurato su quella. Un' armatura D D è fissata sopra un asse C C, il quale gira nei guancialetti *a a*. Sull' asse C avvi una ruota E adoperata per dare un moto rotatorio all' asse, e con esso all' armatura, che viene in tal guisa fatta girare dinanzi ai poli P P della calamita A A'. Si fa l'armatura curvando una spranga di ferro dolce a quel modo che si vede nella fig. 4, in D D E, la quale si attacca alla cima dell' asse C. Ravvolgonsi in direzione spirale sopra ciascun capo dell' armatura circa 50 giarde (45m,7) di filo di rame grosso circa $\frac{1}{10}$ di pollice. Uno dei fili fasciati si principia a ravvolgere al capo *b* del lato E dell'armatura, continua verso i poli P P della calamita, e quindi viene verso *c*. L'altro filo fasciato comincia a ravvolgersi sull' altro lato dell' armatura in Z, e cammina verso la parte trasversale D dell'armatura, allontanandosi sempre più dai poli della calamita; quindi risalendo trasversalmente viene ad unirsi in *c*, dove le cime dei due fili sono unite insieme con saldature. All armatura D adattasi con due viti *e e* un pezzo, detto dal Woolrich il *divisore*, che vedesi disegnato della grandezza reale nelle figure 6, 7 e 8. È questo composto di un tubo di ottone *y* ad un capo del quale è ribadito un pezzo arcuato, pure di ottone *f*, che serve a fissare il divisore sulla armatura, come si vede nella fig. 1. All' altra estremità del tubo *y* avvi un cilindro di legno di bossolo *g*. Un pezzo di rame, di quella forma che si vede in *h* nella fig. 8, è invitato a ciascun capo del cilindro di bossolo ed esaminando le figure 7 e 8 si vedrà ciascun pezzo di rame *h h* essere alquanto minore di un semicircolo. Una cima *d* (fig. 1) del filo di rame fasciato congiungesi al pezzo di rame dell' altro capo del cilindro di bossolo. Vi sono 4 molle di ottone W X Y Z attaccate con viti alla parte superiore di 4 pilastrini di ottone, ciascuno dei quali è fissato con la parte anteriore sulla tavola di legno sulla quale è assicurato, come si disse, il magazzino magnetico. Queste molle sono disposte in guisa che quando due di esse, per esempio, quelle W e Z premono contro i due pezzi di rame *h h*, fissati come si disse l' uno ad un capo e l' altro all' opposto del cilindro di bossolo, le altre molle X ed Y premono contro la superficie del bossolo e viceversa. Vicino alla parte inferiore di ciascun pilastrino avvi un foro, ed un filo di rame del diametro di circa $\frac{1}{10}$ di pollice passa attraverso i fori dei due

pilastrini posti da ciascun lato del divisore, ed è assicurato ad ognuno di essi mediante viti di pressione T ed U, a quel modo che si vede nelle figure 1, 2 e 3.

Wheatstone costruì una macchina magneto-elettrica destinata a produrre una corrente continua in una sola direzione, formata di varie macchine elementari, le cui elici sono combinate per guisa da formare un circuito continuo, cominciando la corrente in ognuna di esse prima che abbia cessato nelle altre. Questa macchina posta in moto, può servire in moltissimi casi invece della pila voltaica, ma particolarmente per quegli effetti che richieggono una pila a grande tensione, come per vincere le resistenze esterne. Questo apparato, pronto sempre ad agire, adoperavasi dal suo inventore in particolar modo a comunicare segnali pei suoi telegrafi elettro-magnetici, facendo suonare campanelli a qualsivoglia distanza. La fig. 9 della Tav. XXV delle *Arti fisiche* rappresenta una delle costruzioni dell' apparato. N O P Q R S sono sei calamite a ferro di cavallo i cui poli di nome diverso sono disposti alternativamente in due linee paralelle. Sono queste calamite fissate a distanze uguali e paralelle fra loro sopra una base di legno. B B′ è l' asse di rotazione guernito di 5 doppie elici elettro-magnetiche D E F G H ; quest' asse è paralello alle due linee sulle quali sono posti i poli delle calamite ed equidistante da esse. Muovesi liberamente su pernii sostenuti dalle viti A A′, e se lo fa girare mediante un rocchello I, il quale ingrana con una ruota J sulla cui circonferenza si adatta un manubrio. Fissasi sull' asse della ruota J una carrucola, ed un manubrio alla cima per poterla far girare come si vuole, con una coreggia od a mano direttamente. Ogni doppia elice magnetica D E F G H è formata di due spranghe cilindriche di ferro dolce, sulle quali si sono ravvolti molti giri a spire di fili metallici isolati. Queste elici sono tenute a posto da dischi di ottone o di avorio fissati alle estremità dei cilindri di ferro dolce ; quei due di questi che formano ogni doppia elice elettro-magnetica sono riuniti da un pezzo trasversale di ottone che li fissa sull' asse e li fa girare con esso. Gli assi delle spranghe di ferro dolce girano intorno a quello X cui sono paralelli. I cinque doppii cilindri elettro-magnetici D E F G H sono posti sull' asse B B′, in guisa che i piani i quali passano per l' asse B, e pegli assi delle due spranghe di ferro dolce sieno variamente inclinati in ogni doppia elice elettro-magnetica : ne viene che ciascuna di esse trovasi successivamente condotta di contro ai poli delle sue calamite adiacenti. M M M M M sono piccoli dischi circolari formati di due semicircoli di ottone, separati uno dall'altro ed isolati dall' asse B, mediante un pezzo di avorio interposto : tale si è la loro posizione che per ogni disco questo pezzo di avorio corrisponde col piano che contiene l' asse delle due spranghe di ferro della doppia elice adiacente. T T è un regolo di legno paralello all' asse B cui sono fissate le strisce di metallo U U′ che non hanno fra loro alcuna comunicazione elettrica immediata. U è sulla faccia superiore del regolo ; U′ è su quella inferiore. Alle cime di queste strisce sono attaccate alcune molle W, due delle quali premono contro i punti opposti della superficie di ciascun disco. Il filo della doppia elice è continuo, ma ravvolto in direzione opposta sopra ciascuna spranga di ferro dolce, ed i suoi due capi sono fissati nei due pezzi semicircolari di ottone del disco isolato.

Per mettere in azione la macchina congiungonsi, mediante viti di pressione X X′, i due capi del filo di comunicazione con le strisce di metallo U U′, per guisa che in tutte le posizioni dell'asse, eccettuata una sola, questo filo e quello di tutte le dop-

pie elici formano un solo circuito continuo, e che se vi si introduce una corrente elettrica questa segue la direzione indicata dalle frecce. Se si fa girare l' asse B le doppie elici si spostano relativamente ai poli delle calamite vicine, e le correnti che queste inducono nei fili delle elici elettro-magnetiche, mutano direzione ad ogni mezzo giro; ma siccome i semicircoli di ottone dei dischi isolati alternano il loro contatto con le molle ad ogni mezzo giro, ne segue che la corrente del filo P N viene sempre trasmessa nella medesima direzione. In ogni doppia elice la corrente comincia quando l' asse ha una posizione diversa, e siccome ciascuna producesi innanzi che sieno distrutte le altre, così si ottiene l' effetto di una corrente perfettamente continua. Le cime delle molle non devono mai poggiare interamente sui pezzi isolanti di avorio, poichè in allora il circuito sarebbe interrotto; passando invece da un semicircolo all' altro devono essere a contatto con l' uno prima di avere abbandonato il precedente. In tal guisa la corrente passa senza interruzione dal disco di una molla all' altro, lasciando momentaneamente fuori del circuito la corrente dell' elice elettro-magnetica corrispondente.

Anche Paret di Grenoble imaginò una macchina magneto-elettrica a più calamite. Componesi questa: 1.° di un cilindro sulla cui superficie stanno molte spranghe calamitate, egualmente distanti fra loro, incassate e trattenute da cerchii di ottone; 2.° di un ugual numero di armature guernite con elici elettro-magnetiche della forma di un telaio paralellogrammico, aperto da un lato per lasciar passare la spranga calamitata che compie il circuito; 3.° di una base sulla quale gira il cilindro, e che serve a fissare le armature elettro-magnetiche; 4.° finalmente di una grande ruota con una puleggia ed una fune eterna che trasmette il movimento datole mediante un manubrio ad una carrucola più piccola posta sull' asse del cilindro che porta le calamita. Paret trova questa macchina più vantaggiosa di quelle conosciute per ottenere effetti chimici, e la decomposizione dell' acqua principalmente. Questi vantaggi sono tali che ottenendo separatamente i due gas, la macchina darebbe ancora ad ogni giro del cilindro sopra sè stesso prodotti uguali alla seconda potenza del numero di elementi, cioè, di coppie di calamite ed armature onde fosse formata: dal che si comprende che se dee contenere parecchie coppie la sua potenza aumentasi prodigiosamente col loro numero.

Proponeva altresì il Paret di dare alle spranghe calamitate la forma di ferri di cavallo incassati nel cilindro, e coi poli rivolti alla superficie, nel qual caso potrebbesi metterne varie sulla stessa linea. Le armature in pari numero sarebbero sostenute da altrettanti sostegni quanti sarebbero i raggi formati dalle spranghe calamitate.

Il Pacinotti imaginò altra specie di macchina magneto-elettrica fondata sulle scoperte di Faraday intorno agli effetti delle calamite ruotanti. Esaminando il fisico inglese una calamita fatta girare intorno al suo asse, trovò, mediante opportuni scandagli con fili uniti al galvanometro, che era percorsa alla superficie da correnti elettriche dirette dai poli all' equatore e viceversa, secondo il senso in cui gira la calamita. Espose il professore Pisano agli scienziati ragunati in Firenze i suoi sperimenti ed osservazioni su questi fenomeni e sul modo di trarne partito per averne una macchina magneto-elettrica, e descrisse poi la disposizione di questa nel congresso di Padova. Considerando egli che le correnti magneto-elettriche si ottengono in fili isolati dalla calamita, rammenta che l' agente da cui sono eccitate può aversi per una forza elettro-motrice elementare.

la quale si produce nei diversi punti della calamita. Sommando la forza d' un punto con quelle degli altri, è giunto a costruire un apparato elettromotore, ch' egli chiama *pila magneto-elettrica*.

Egli ha imaginato una tale disposizione di pezzi che formano un conduttore metallico sotto l' influenza della calamita, il quale raccoglie nei suoi differenti punti diverse forze cospiranti elettro-motrici, e dà nascimento ad una corrente che ha un' intensità presso a poco proporzionale alla somma delle forze. Questo conduttore è formato di pezzi metallici che girano assieme con la calamita, alternati da altri pezzi pure metallici che rimangono in quiete. I primi fanno l'uffizio di eccitatori, ed i secondi di conduttori. A tale scopo adunque il Pacinotti ha fasciato di seta una verga d' acciaio calamitata di forma parallellopipeda, lunga un piede e mezzo, larga dieci linee e grossa cinque. In questa introdusse alcune rotelle di lamina d' ottone, grosse una linea e del diametro di tredici linee, nelle quali era praticata al centro la conveniente apertura rettangolare ed una scanalatura sulla circonferenza. All' apertura di esse è saldato un filo di rame coperto di seta, e vi esistono alcuni piccoli incavi, nei quali si collocano simili fili, che servono a collegare fra loro le diverse rotelle, ogni paio delle quali, riunite dai rispettivi fili, forma un elemento della pila. Ciascuna rotella è isolata dall' altra per mezzo d' un cartoncino, tagliato esso pure circolarmente e con l' apertura rettangolare nel centro.

La calamita è disposta orizzontalmente con due perni alle cime sopra due sostegni d' ottone, e si fa girare con una ruota ed una fune continua. Le rotelle d' ottone, introdotte nella calamita, sono dodici, tre delle quali all' estremità del polo sud, sei nel mezzo, e le altre tre dalla parte del polo norte.

Gli elementi di questa pila si compongono, come si disse, di due rotelle, l' una delle quali però è posta verso il polo della calamita, e l' altra all' equatore della medesima. Esse comunicano fra loro per mezzo del filo di rame coperto di seta, e disteso lungo un lato della calamita stessa. Tutte queste rotelle e fili fin qui rammentate, con cui le rotelle stesse sono poste in comunicazione, a due a due, girano insieme con la verga magnetizzata. Per mettere in contatto un elemento con l' altro, ogni rotella ha una molla formata di un filo di ottone, il quale con un capo è fissato alla tavola su cui riposa la macchina, ed incurvandosi si appoggia con l' altro sulla scanalatura della rotella, e la percorre quando questa gira. Le molle sono unite due a due fra loro con fili di rame. Il tutto è disposto in modo da poter mettere in azione due, tre o più elementi, oppure far agire ciascuno separatamente.

Nell' apparato da lui costrutto, secondo la disposizione summentovata, il Pacinotti rinvenne che non tutti gli elementi presentano eguale forza. Il primo dava al galvanometro una corrente di 65°, il secondo di 60°, il terzo di 50°. Al crescere degli elementi che stanno in azione e sono fra loro congiunti, si aumenta la forza della corrente, purchè sieno disposti in modo da riuscire le forze cospiranti. Infatti mentre il primo solo dava una deviazione di 65°; il primo col secondo diedero 80°, il primo coi due seguenti 88°, ed avendone uniti quattro la deviazione all' ago del galvanometro superò 90°. Servendosi d' uno strumento meno sensibile, trovò che quattro elementi producevano la deviazione di 60°, cinque di 70°, e che con tutti sei la deviazione risultava di 77°.

Terminava la sua Memoria dicendo non avere ne' suoi tentativi raggiunto il limite più vantaggioso nel numero degli elementi,

che aumentano la corrente; avendo solo aggiunto alla precedente una seconda calamita, fornita di altri quattro elementi, i quali rinforzarono la forza della corrente prodotta con quelli della prima. Confessa però che le correnti ottenute non erano molto forti; giacchè non attraversarono mai i liquidi, e potè solo con esse magnetizzare degli aghi d' acciaio, ed avere qualche sentore di scossa. Osserva tuttavia che, quando pure questa sua pila magneto-elettrica non potesse in verun uso essere preferita alla voltaica, riesce però uno strumento interessante nella fisica sotto lo stesso punto di vista, che rese pregevoli le pile termo-elettriche.

Esaminate così in generale le diverse maniere di costruzione delle macchine magneto-elettriche vedremo ora quali speciali avvertenze sieno necessarie e nell' eseguirle per averne effetti migliori.

Parlando primieramente della calamita si è riconosciuto gli effetti elettrici da essa prodotti non essere proporzionati alla sua forza magnetica. Osservò in vero il Gherardi che una differenza non lieve fra le forze magnetiche di due calamite non portava che differenze ben piccole fra le escursioni corrispondenti osservate, opponendo ad esse calamite una medesima ancora. Lo dedusse dal confronto dei risultamenti omologhi di alcune esperienze onde parleremo più innanzi sull' influenza delle varie distanze cui presentasi l' ancora, dalle quali si vide eziandio questo fatto essere tanto più sensibile, quanto più si è vicini al contatto delle calamite con l' ancora. Ciò fra certi limiti verificò il Gherardi, sostituendo ad una grande calamita che sosteneva da 12 a 15 chilogrammi, un' altra che ne portava tutto al più 7 a 8. Questo risultamento sembra in vero degno di attenzione, massime se si rifletta alla grande influenza che vedemmo avere la diversa dolcezza del ferro onde l' ancora è fatta, per determinare le correnti magneto-elettriche più o meno forti, imperocchè pareva che l' influenza di tale elemento dovesse essere meno discorde che nol sia con l' influenza del maggiore o minore potere della calamita.

A conferma del fatto concorrono esperimenti fatti dal Pianciani, il quale con una calamita che sosteneva 5 chilogrammi di peso ebbe la scintilla, le scosse e la decomposizione dell' acqua, apparendo gli effetti poco più considerevoli, e per breve tempo soltanto, malgrado che la forza magnetica fossesi raddoppiata. All' opposto nell' apparato di Pixii, tuttochè la calamita sostenesse 8 chilogrammi e mezzo, avevasi bensì la scintillazione, ma non la scossa nè gli altri effetti. A quanto sappiamo non vennero per altro fatte esperienze apposite, variando soltanto la forza delle calamite, e conservando perfettamente identiche tutte le altre parti delle macchine magneto-elettriche per conoscere in quale proporzione crescano gli effetti elettrici con l'aumentarsi del magnetismo.

Anche la forma della calamita non è indifferente, dappoichè giova che i poli di essa non sieno gran fatto distanti, sicchè facilmente le spirali dell' armatura coi loro cilindri di ferro dolce possansi presentare ad entrambi. Di più sembra che influisca altresì la grandezza delle estremità, ossia dei poli della calamita, poichè se queste sono troppo piccole, come quando si adopera una sola spranga a ferro di cavallo facendo passare l' ancora in faccia alle teste di essa, il tempo dell' avvicinarsi e dell' allontanarsi reciprocamente della calamita e del ferro dolce è troppo breve, e quando il secondo diviene magnetico, il filo di rame sente meno l' influenza della calamita. Si osservò in vero che nella macchina di Pixii le scintille divenivano più energiche e vivaci, ed avevesi altresì la scossa aggiugnendo a ciascun polo della calamita due pezzi di ferro dolce.

Siccome è noto che il ferro dolce sotto la influenza della corrente elettrica diviene magnetico, acquista cioè le proprietà tutte della calamita, è ben naturale il supporre che abbia quella altresì di eccitare l' elettrico per induzione, al modo stesso che fanno le calamite permanenti; quindi è che nelle macchine magneto-elettriche può sostituirsi una calamita temporaria ad una permanente. Si è veduto di fatto come Faraday ottenesse la scintilla la prima volta con un'apparato appunto di questo genere. Palmieri e Linari vollero tuttavia conoscere anche con l' esperimento, l' effetto delle induzioni del magnetismo temporario del ferro indipendentemente dall' estracorrente, e vedere se le calamite temporarie si comportassero in tutto come quelle permanenti. Preparata adunque una calamita temporaria a ferro di cavallo animata da sei coppie di una piccola pila alla Wollaston, trovarono che sosteneva un chilogramma di peso: collocata questa in luogo della calamita permanente dell' apparecchio di Clarke, la quale sosteneva dieci chilogrammi, videro col girare le armature apparire tosto una vigorosa scintilla, e provarono ben forte la scossa. Ora potendosi avere calamite temporarie di gran lunga superiori alle permanenti, è chiaro potersi ottenere con una pila di poca tensione effetti fisici, chimici e fisiologici molto vigorosi senza giovarsi dall' estra-corrente. Queste esperienze d' altra parte sono utili a sempre più ravvicinare i fenomeni di elettricismo e magnetismo. Giova pure notare che gli estremi della loro calamita temporaria erano scoperti in modo che le armature girando passavano presso a queste parti, ma non prossime ai giri del filo di rame che circondava il resto del ferro onde l' elettromagnete era formata.

Quegli effetti medesimi che dalle calamite permanenti e temporarie si ottengono sono comuni eziandio al magnetismo terrestre; quindi è che da questo parimenti era naturale aspettarsi anche la produzione di correnti elettriche indotte, a quel modo che si hanno dalle macchine magneto-elettriche, nè altro obbietto poteva a ciò opporsi tranne la poca forza di questo magnetismo medesimo. Siccome però abbiamo anche altrove notato che a questa debolezza di forza supplisce la inesauribile quantità, così per accumularla non potevano occorrere se non che ben disposti apparecchi; siccome pertanto si giunse già ad avere dal magnetismo terrestre quasi tutti i fenomeni della pila, così molto interessante ci sembra di far conoscere quanto di più importante si è fatto a tale riguardo.

Faraday sembra essere stato il primo ad ottenere dal magnetismo terrestre gli effetti che aveva avuti dalle calamite. Appena invero scoprì la induzione elettrica eccitata dal riavvicinamento o dall' allontanamento rapidamente prodotti di spirali di rame ad una calamita, tosto previde che le stesse spirali fatte girare velocemente nel piano del meridiano magnetico dall' una all' altra direzione dell' ago inclinatorio, dovevano per alcuni momenti essere percorse da correnti elettriche; queste sue previsioni verificaronsi in fatto tosto che pose i capi delle anzidette spirali in comunicazione con un galvanometro molto sensibile. Introdusse altresì nell' elice cava, diretta secondo la inclinazione magnetica, un cilindro di ferro dolce scevro del menomo indizio di magnetismo, nel qual caso il ferro diveniva una calamita, e l' induzione manifestavasi quindi come se si fosse adoperata una calamita comune. Mostrò inoltre come si riproducessero tutti i fenomeni elettrici dei dischi in rotazione senza altra calamita che la terra. Ecco in qual guisa egli fece una tale esperienza.

Dispose il disco di rame in guisa che

girante in piano orizzontale, la direzione dell' inclinazione magnetica tagliando questo piano sotto un angolo di circa 70°, abbastanza prossimo ai 90° per originare sufficiente induzione magneto-elettrica a produrre una corrente di elettricità. Dietro i principii esposti in addietro (pagine 197 e 353), le correnti tendono a passare nella direzione dei raggi dal centro alla circonferenza o viceversa, secondo la direzione in cui giri il disco. Uno dei capi del filo del moltiplicatore venne fatto comunicare con l' asse di rotazione, l' altro, mediante un conduttore, applicossi contro l' orlo del disco, e si vide l' ago magnetico deviare tosto che faceasi questa girare. Indagando la direzione della corrente relativamente a quella di rotazione del disco, Faraday le trovò conformi alla natura dei poli magnetici terrestri. Rendevasi sensibile questo effetto con un disco di rame del diametro di un pollice e mezzo e della grossezza di 1/5 di pollice, cogli orli amalgamati, ad oggetto di rendere più immediato il contatto coi conduttori che stabilivano la comunicazione col moltiplicatore.

Dietro queste osservazioni è impossibile supporre che un globo di metallo possa girare senza produrre nel suo interno correnti elettriche, dietro un piano perpendicolare a quello intorno al quale gira, a meno che l' asse di rotazione non coincida con la direzione della inclinazione magnetica. Per verificare questo fatto Faraday servissi di un globo di rame del diametro di 4 pollici e vuoto internamente. Un' asta di rame fissatavi serviva di asse di rotazione, e adoperaronsi per riconoscere le correnti aghi astatici, simili a quelli che si impiegano nel moltiplicatore. Gli aghi trovaronsi nel piano del meridiano magnetico, ed il centro del globo nello stesso piano orizzontale dell'ago superiore. Dal momento in cui davasi un moto di rotazione al globo, prendendo per asse di rotazione una linea contenuta nel piano del meridiano magnetico e perpendicolare alla direzione che prende un ago calamitato liberamente sospeso, tosto vedevasi il doppio ago deviare in senso diverso, secondo che si variava la rotazione. Quando il globo girava dall' est all'ovest, il polo nord andava verso l' est; e lo stesso effetto si aveva con un globo all' est degli aghi. Considerando adunque la parte superiore del globo come un filo metallico che si muova dall' est all' ovest al disopra del polo sud della terra, la corrente elettrica di questa parte andrà dal nord al sud. Parimenti riguardando la parte inferiore siccome un filo che vada dall' ovest all'est al disotto dello stesso polo, la corrente elettrica camminerà dal sud al nord. Se inclinasi notabilmente l' asse di rotazione, il globo girando agisce dal pari sopra l'ago calamitato, ma in grado minore, e gli effetti svaniscono quando questo asse è poco distante dalla linea d' inclinazione magnetica. Il globo diviene quindi simile al un disco di rame, le elettricità di una specie potendo raccogliersi all' equatore e quella opposta al polo. Osservando come le deviazioni dell' ago nello stesso senso di quelle da Barlow ottenute con la rotazione del ferro, Faraday ne deduce che provengono tutte le une che le altre dalla medesima causa.

Da tutto ciò risulta dimostrato non potersi muovere un pezzo di metallo in contatto con altri senza che si sviluppino correnti elettriche, sul quale proposito Faraday fa osservare esser molto probabile che nella disposizione delle macchine a vapore, coi loro meccanismi metallici, si formino combinazioni eventuali magneto-elettriche, le quali producano effetti non ancora osservati.

All' articolo Calamita in questo Supplemento (T. III. pag. 149) si è veduto

come Nobili ed Antinori ripetessero gli esperimenti del Faraday sulle spirali fatte girare nella direzione del meridiano magnetico, e come studiassero altresì questo argomento esaminando l' influenza che avevano sugli effetti elettrici ottenuti in quel modo, il diametro delle spirali, il numero delle elici onde erano formate e la grossezza dei fili.

Presero eglino un tubo di cartone del diametro di circa 2 pollici ed alto 4. Gli avvolsero d' intorno un filo di rame isolato della lunghezza di 40 metri, tenendo libere le due estremità per porle all' occorrenza in comunicazione col galvanometro. Il tubo era spianato in guisa da reggersi verticalmente sulla tavola d' ambedue le parti, il che permetteva di capovolgerlo a piacimento.

Si sa che in un cilindro di ferro dolce, collocato paralellamente all' ago d' inclinazione, sente l' influenza del magnetismo terrestre, la parte inferiore acquista il polo magnetico del norte, la superiore il polo contrario del sud. È questo un fenomeno di posizione che si determina sempre allo stesso modo in quella specie di ferro, altrettanto incapace di conservare per virtù propria il magnetismo ricevuto, quanto disposto a riceverne da qualunque lato gli venga somministrato.

L' inclinazione dell' ago essendo di circa 63°, fissato in questa direzione il tubo di cartone, coperto della sua spirale elettro-dinamica, vi collocarono dentro un cilindro di ferro, ed all' atto dell' introduzione videro sul galvanometro il movimento dovuto alla presenza d' una corrente eccitata dal magnetismo. Estraendo il cilindro ottennero il movimento inverso. Osservavano adunque i fisici suddetti non esservi dubbio che il magnetismo terrestre basti da sè solo allo sviluppo della corrente elettrica essendo bensì vero che quello sviluppo si effettua nello sperimento sopra indicato, con l' aiuto dell' intermezzo, del ferro dolce che s' introduce dentro la spirale, ma vero essendo altresì non essere assolutamente indispensabile il ricorrere a quel sussidio per ottenere segni non equivoci dell' influenza di cui si parla. Ponendo la spirale cilindrica col suo asse paralello all' ago d' inclinazione, poi rovesciandola nel meridiano magnetico con un mezzo giro di 180°, si vedranno al galvanometro comparire i segni della corrente, che si eccita sulla spirale, per la sola influenza del magnetismo terrestre.

Per riconoscere l' effetto notavasi non essere nemmeno necessario soddisfare rigorosamente alla condizione di operare nella direzione dell' ago d' inclinazione. Succede il fenomeno anche nella posizione verticale; l' effetto è semplicemente minore, ma distinto sempre al segno da non indurre in errore.

Chiaramente si vede quanto avveniva in queste esperienze: il piano delle spirali riguardava precisamente il polo norte, dal momento che l'asse delle spire era paralellelo all' ago d' inclinazione, e quel piano, capovolto pel rovesciamento del sistema, si toglieva prima dall' influenza del magnetismo terrestre, indi vi ritornava con la faccia opposta, rinnovando sopra di sè la produzione di due correnti che andavano per lo stesso verso, e si sommavano al galvanometro.

Le deviazioni, che si ottenevano operando in tal guisa, appartenevano adunque, secondo Nobili ed Antinori, allo sviluppo di due correnti, l' una delle quali era quella riprodotta che risultava dal togliere la spirale dall' influenza del magnetismo terrestre; l' altra la prodotta, che si sviluppava sulla spirale allorchè questa ritornava rovesciata, a sentire l' azione dello stesso magnetismo. Per avere distinto un effetto dall' altro, bastava dividere in due tempi il mezzo giro di 180°, che le

spirali facevano nel rovesciarsi compiutamente. Nel primo tempo facendo fare alle spirali un solo quarto di giro, si aveva in questo movimento l' effetto della corrente riprodotta; quello poi della corrente prodotta si aveva compiendo il secondo quarto di giro in un altro tempo. Le deviazioni galvanometriche che spettavano a ciascuna delle due correnti, erano la metà circa di quelle che si avevano dal rovesciamento totale eseguito in un solo tempo.

Sinchè si trattava di spirali d'un diametro discreto, le sperienze si facevano con molta facilità. Col crescere del diametro conveniva però adattare le spirali intorno a tamburi o grandi cerchii sostenuti convenientemente, e le esperienze allora venivano incomode per la difficoltà di maneggiare con prontezza apparati così voluminosi. Ad ogni modo i risultamenti ot-

tenuti potev
giusti per un
Servivansi
vanometri p
l' uno sensibi
cole spirali,
ad un ago
L' effetto
dal total
sendo
spett
si
u
essi ve

Questo quadro, come si vede, è diviso in tre compartimenti o tavole che contengono i risultamenti relativi ai tre elementi delle spirali, grossezza del filo, diametro e numero delle spire.

Dalla prima tavola, relativa alla grossezza del filo si vede che le correnti crescono con questa grossezza e notabilmente. Prescindendo dai primi risultamenti, che seguono una legge più rapida, può ritenersi che fra i limiti di mezza linea a due linee, le correnti crescano più del doppio con la doppia grossezza.

Dal più al meno era quello il risultamento che si doveva aspettarsi diceva il Nobili non così quello posto in evidenza dalla seconda tavola, dove si vede che le correnti si raddoppiano al raddoppiarsi del diametro delle spire, rimanendo costanti gli altri due elementi della grossezza e lunghezza del filo. Il magnetismo terrestre è sicuramente sparso da per tutto, e la sua intensità resta pure la medesima in tutti i punti occupati dalle spirali, grandi o piccole che sieno. Donde viene adunque il grande aumento che ha luogo nell' effetto per la circostanza del solo allargamento delle spire? Il Nobili confessava di non saperlo o solo troppo imperfettamente per pronunziare opinione questo riguardo.

Passando in fine alla terza parte relativa al numero delle spire, si vede che la corrente cresce bensì con questo numero; ma che la legge degli aumenti scema così rapidamente da divenire insensibile, passato un certo segno. Nel caso, per esempio, del filo più grosso di una linea $\frac{1}{4}$ di diametro si ha da una spirale di 25 giri una corrente di 20°; l' aggiunta di 5 giri aumenta l' effetto d' un mezzo grado appena.

Più che sul numero di spire diceva il Nobili adunque, doversi per l'ingrandimento degli effetti, contare sopra gli altri due elementi, cioè grossezza del filo e diametro delle spire. Il massimo risultamento de' suoi esperimenti fu quello di 20 a 21° avuto da una spirale di 25 a 30 giri avvolti d' intorno ad un grande cerchio di dieci piedi e mezzo di diametro, che si era imperniato sopra due sostegni per potere rovesciare con facilità. Il risultamento dei 20° comprende l' effetto delle due correnti che si determinano nel caso del rovesciamento totale, e si sommano; l' effetto d' una sola delle due correnti risponde a più di 10°. Avendo il Nobili ed Antinori già ottenuta la scintilla da combinazioni magneto-elettriche della sola forza di 5°, potevano quindi credere di avere in una forza superiore a 10° più che non fosse occorso per quell' effetto. Tentato per altro l' esperimento, non riuscì, sia per la mancanza della rapidità necessaria nel rovesciamento del grande cerchio di dieci piedi e mezzo, sia per la difficoltà d' aprire il circuito al momento opportuno, eseguendosi a mano e l' una e l' altra operazione.

Esperimenti di qualche interesse sugli effetti del magnetismo terrestre per eccitare correnti elettriche fece Lorenzo Fazzini con apparati semplici ed ingegnosi, uno dei quali vedesi disegnato nella fig. 1 della Tav. XXVI delle *Arti fisiche*.

Consisteva questo in un cilindro di ferro dolce A, lungo 23 centimetri, del diametro di 33 millimetri, e del peso di circa 2 chilogrammi, intorno al quale avevasi avvolto un filo di rame, precedentemente vestito di seta, per isolare una spira dall' altra, della lunghezza di 100 metri, e del peso di poco più di 1200 gramme. Ciascuno poi dei dischi di ottone, i quali conficcati nel cilindro sostenevano il filo spirale, aveva 83 millimetri di diametro esterno.

Congiunti gli estremi fili dell' elica coi fili di un galvanometro sensibilissimo a

due aghi, incominciossi mercè un manubrio a muovere il cilindro di ferro circolarmente da settentrione a mezzogiorno, ed a vicenda da mezzogiorno a settentrione: ed il movimento n' era tale, che al principio non che alla fine di ogni semirivoluzione, l' asse si trovava perpendicolare o poco inclinato alla superficie della terra. Era notabile veder l' ago del galvanometro muoversi intorno al cerchio graduato, percorrendo dapprima 15 a 20; ma dopo poche mosse del cilindro pervenire alla massima deviazione, la quale varia fra i 55 a 60°, ben inteso però che questi sessanta gradi vedevansi percorsi dall' ago ora da una ora dall' altra parte dello zero delle divisioni, a seconda dei movimenti del cilindro.

Inoltre, il medesimo Fazzini sotto al primo cilindro ne fece verticalmente situare un altro, pure di ferro dolce, avendolo disposto in modo che il cilindro superiore, movendosi, andasse ora con l' una ora con l' altra estremità toccando leggermente il cilindro inferiore. Così le oscillazioni dell' ago riuscirono più rapide ed ampie, dappoichè avendo cominciato a correre da 25 a 30°, e subitamente arrivato alla massima escursione di 95 a 100°.

In questi esperimenti scorgesi chiaramente doversi le due correnti indotte nei fili della spirale elettro-dinamica alle successive separazioni e composizioni, che negli alterni movimenti del cilindro, andava soffrendo il magnetismo naturale del ferro, il che non potrebbe avvenire senza l' influenza del magnetismo della terra, e specialmente di quello boreale, il quale predomina nel nostro emisfero.

Volendo lo stesso Fazzini immediatamente ottenere poi dal globo le induzioni senza l' intermezzo del ferro, fece costruire un cilindro di legno di 22 centimetri di lunghezza e del diametro di 18; alle basi del cilindro fece adattare due fondi parimente di legno, a ciascuno dei quali diede un diametro maggiore di quello del cilindro, cioè di 25 centimetri, dovendo essi sostenere il filo di rame vestito di seta ed avvolto intorno al cilindro medesimo. Il filo aveva la lunghezza di 190 metri, ed il peso di circa 2 chilogrammi. Si era usata infine la precauzione d' intonacare il cilindro di una vernice resinosa per meglio isolarlo.

Avendo fatta la comunicazione fra i fili estremi di questa nuova elica, ed i fili congiuntivi del moltiplicatore a due aghi, ed avendo fatto girare il cilindro di legno come abbiamo detto per quello di ferro; l' ago del moltiplicatore incominciò subito a deviare, scorrendo sulle prime 10 a 15°, ma giugnendo dopo poche mosse del cilindro, ora dall' una ora dall' altra parte dello zero a 25 o 30°.

In questo apparecchio essendosi avuta cura di rimuovere ogni pezzo di ferro comunque piccolo, le correnti eccitate nella spirale di rame erano adunque dovute unicamente alla induzione del magnetismo ond' è ricca la terra, la quale vuolsi perciò considerare come una vera calamita.

Avendo poscia il Fazzini ingrandito le dimensioni del cilindro di ferro ed allungato il filo della spirale elettro-dinamica, l' ago del galvanometro, dopo alcune poche mosse del cilindro, percorse 180°. Ora una volta che l' ago è arrivato a questo punto, se si muoveva il cilindro, quando l' ago era fra o e 180°, l' ago girava continuamente intorno al cerchio, e non si arrestava se non quando si cessava di muovere il cilindro, ovvero lo si muoveva in senso contrario.

All' articolo CALAMITA di questo Supplemento (T. III, pag. 151) si è veduto altresì come il Botto, ottenesse la decomposizione dell' acqua ed altri chimici effetti con apparato simile a quello del Fazzini.

Nel 1839 il Maiocchi verificò anch'esso lo sviluppo delle correnti indotte dal magnetismo terrestre in un filo di rame della lunghezza di circa metri 140, avvolto sopra una specie di ruota a sei raggi del diametro di quasi tre metri. Egli intraprese queste esperienze, non solo per osservare la corrente telluro-elettrica al galvanometro, ma ben anche per accertarsi quale influenza avesse la velocità del rivolgimento dell' elica sull' intensità della corrente che nasceva nel filo. La ruota era appesa col mezzo d' una funicella alla volta d' una stanza, ed inferiormente riposava sopra una specie di basamento, il cui piano inferiore era assicurato al suolo, e l' altro piano sosteneva direttamente la ruota unitamente al filo ad essa avvolto. Era questa fatta girare per mezzo d'una robusta molla di acciaio simile a quella degli oriuoli da tasca, ma che aveva quasi quattro centimetri di larghezza. Ravvolgendo la molla sopra sè medesima a molti giri, è chiaro che, all'atto in cui si lasciava libera, per la sua forza elastica imprimeva alla ruota, unitamente al filo avvoltovi, una velocità proporzionalmente più grande secondo il numero di giri della molla, ed il torcimento della funicella, che sosteneva per la parte superiore l'apparato. Nei limiti in cui poteva estendersi l'aumento della velocità facendo percorrere una mezza rivoluzione al filo, la corrente indicata dall'ago del galvanometro, andò sempre aumentando d' energia. Per ottenere però la scintilla s' avvide il Maiocchi che sarebbe stato mestieri ingrandire ancora l'apparato, oppure collocare nell'asse dell' elica fili di ferro dolce. In questo caso però conveniva diminuire il diametro dell' elica, perchè l' azione magnetica temporaria del ferro dolce potesse avere qualche influenza sulla produzione della corrente, e perchè l' apparato riuscisse facile ad essere mosso. Quindi pensò di servirsi di un' elica di un diametro non molto grande, aggiungendovi però una massa di fili di ferro dolce per accrescere l' energia della corrente in proporzione anche maggiore di quella che veniva a scemare per la diminuzione del diametro, e costruire per tal modo un apparato da gabinetto a fine di potersi avere con esso i principali fenomeni delle correnti indotte dal magnetismo terrestre: ben anche quello della scintilla: non mandò tuttavia ad effetto il suo divisamento, ed è pure a notarsi che lo palesò soltanto dopo conosciutesi le prime ricerche fattesi dai fisici napoletani.

Quelli però che con più zelo e con maggior frutto di ogni altro studiarono siffatto argomento della sostituzione, cioè, del magnetismo terrestre alle calamite comuni nelle macchine magneto-elettriche, furono i professori Linari e Palmieri di Napoli, le cui osservazioni in proposito e la storia dei risultamenti ottenuti, tuttochè analoghi in parte a quelli di Nobili, Faraday e Fazzini, perchè più importanti da ultimo di tutti, non crediamo dover omettere.

Avendo eglino primieramente preso un filo di rame, avvolto destrorso sopra un rocchello di legno di un decimetro di diametro, e messo questo con l' asse parallelo all' ago d' inclinazione, indi girandolo nel meridiano magnetico fino a che si riducesse capovolto nella giacitura medesima, osservarono in questo tempo le due correnti, una riprodotta e l' altra prodotta, le quali si sommavano sul galvanometro, secondo che aveva dimostrato il Nobili. La direzione della prima corrente dovendo essere, comechè riprodotta, diretta con quella della terra, ne seguiva che alla parte inferiore delle spirali doveva andare da oriente in occidente, e perciò attraversare il filo di rame avvolto in elica destrorso in guisa da renderlo un selenoide o cilindro elettro-dinamico, che avesse il

polo australe verso norte ed il boreale verso sud, o, che vale lo stesso, se sul rocchello fosse adagiato un solo ordine di giri la corrente sarebbe andata da sud verso norte: tutto questo dee intendersi considerando il rocchello nella giacitura primitiva, dalla quale si rimuoveva facendolo girare nel meridiano magnetico, in modo che l' estremo del rocchello volto verso norte si riducesse verso sud; che se si voleva considerare la direzione della corrente nel tempo di questa rivoluzione, allora è chiaro che nell' ultimo momento essa andasse da norte a sud, e dopo un solo quarto di giro di basso in alto. Del resto chiunque sapeva i principii generali delle correnti d' induzione, considerando la terra come un enorme cilindro elettro-dinamico, poteva a priori determinare la direzione di queste correnti. Per la qual cosa è agevole il comprendere che nell' eliche sinistrorso la corrente andava in direzione contraria, siccome Lineari e Palmieri conobbero anche con l' esperienza.

Verificarono eglino inoltre ciò che già, come vedemmo, aveva osservato il Nobili, che serbata la stessa quantità di filo, e facendo le spire più grandi, col disporle sopra cerchii di legno, più intense divengono le correnti, sebbene pare che non seguano perfettamente la ragione dei diametri delle spirali. Se in vece di cerchii si prendano rettangoli di legno, ed intorno a questi si avvolgano i fili, le correnti serberanno quella intensità che avrebbero se venissero collocate sopra cerchii, le cui circonferenze fossero uguali al perimetro dei rettangoli; questo almeno esperimentarono con rettangoli che avevano la lunghezza doppia della larghezza. Dicasi lo stesso delle elici isoperimetre coi cerchi. È loro accaduto per altro di notare qualche piccola differenza facendo girare i rettangoli intorno ad un asse che passava per la metà della lunghezza, o per la metà della larghezza, e le elissi intorno all' asse maggiore od all' asse minore, e sempre nel primo caso si è avuta la corrente alquanto più vigorosa, la quale differenza parve più spiccata nell' elisse che nel rettangolo, tuttochè si l' una che l' altro avessero lo stesso perimetro e la lunghezza doppia della larghezza.

Sopra uno stesso cerchio, ponendo un filo di maggior lunghezza, la corrente in sulle prime si va rendendo più intensa in ragione che cresce il numero delle spire, ma tosto si perviene ad un termine in cui questa ragione comincia a mancare, e pare che questo si raggiunga più presto se maggiore sia il diametro del cerchio, e forse anche quello del filo. Il Nobili infatti avendo posto venticinque spire sopra un grande cerchio del diametro di dieci piedi e mezzo, n' ebbe un deviamento nel suo galvanometro comparabile di venti gradi, ed avendole ridotte a trenta, il galvanometro segnò venti gradi e mezzo, cioè per l' aumento di cinque giri si ebbe solo un mezzo grado di più, nell' atto che Linearì e Palmieri avendo poco a poco ridotte le spire a sessantaquattro sopra un cerchio di tre piedi di diametro, videro le correnti seguire tuttavia la ragione del numero di quelle: i fili del Nobili però avevano il diametro di una linea e 3/4; quelli dei fisici napoletani erano di un millimetro. Avrebbero voluto anche essi sperimentare con fili egualmente grossi; ma non fu loro possibile di procurarseli.

Il Nobili rovesciava le sue spirali dopo averle collocate con l' asse paralello all' ago d' inclinazione, ed il rovesciamento era sempre fatto nel meridiano magnetico. Osservò benanche qualche effetto ponendole con l' asse verticale indi capovolgendole. Linari e Palmieri ebbero occasione di osservare che qualora si voglia un migliore effetto in quest' ultimo caso è utile che l' asse di rotazione sia nel meridiano

magnetico: ed inoltre videro non essere necessario che la rotazione si eseguisse nel meridiano magnetico; imperciocchè ponendo l' asse di rotazione verticale, e quello delle spire nel meridiano magnetico, e facendo rivolgere le spire in guisa che la faccia che guardava il norte si riducesse al sud, osservavano anche le correnti come nel caso antecedente, le quali erano più intense se l' asse di rotazione era alquanto inclinato verso il norte, in modo da ridurre quello delle spire parallelo all' ago d' inclinazione. Nel caso poi che le spire si volessero disporre con l'asse verticale, non si poteva senza perdita eseguire la rotazione nel meridiano magnetico; ma, per avere il maggiore effetto, dovevasi farle girare di oriente in occidente, o al contrario, ponendo l' asse di rotazione nel meridiano magnetico. Questi fatti apertamente dimostravano, che le spirali di rame somigliano perfettamente ai cilindri di ferro dolce, pel che portandole con l' asse in quelle giaciture in cui questo prende il magnetismo temporaneo che dicesi di *posizione*, e capovolgendole in qnella maniera in cui converrebbe capovolgere un cilindro di ferro dolce, perchè i suoi poli si scambiassero, si avranno sempre le correnti d' induzione, le quali avranno la maggiore intensita in tutte quelle giaciture nelle quali il ferro dolce prenderebbe maggior forza magnetica.

Questo fatto fece ricordare ai fisici napoletani che il Nobili nel gennaio del 1832 aveva sperimentato l' effetto delle correnti indotte dal magnetismo terrestre con l' intermedio del ferro dolce, e conobbero che siccome le correnti indotte dalle calamite diventavano più vigorose se dentro all' elice s' introduceva l' ancora, così dovessero anche le correnti del magnetismo terrestre riuscire più intense qualora in vece di avvolger i fili di rame su rocchelli di legno, si avvolgessero sopra cilindri di ferro; e l' esperienza rispose, come era naturale, alla loro aspettazione; imperciocchè con quella stessa quantità di filo con cui avvolto sopra un tamburo di legno di tre piedi di diametro, avevano 10° del loro galvanometro, avevano 30°, avvolgendolo sopra un cilindro di ferro dolce della lunghezza di cinque decimetri e di 21 millimetri di diametro: in appresso con ferro meglio ricotto ebbero 90°. Fecero alcune sperienze comparative sopra cilindri e prismi di varia grandezza, dalle quali poterono concludere le figure cilindriche essere le migliori, e che poste eguali masse, è da preferire sempre il cilindro più lungo. Essendo poi le masse e quindi i volumi disuguali, sebbene l' effetto sia maggiore nel cilindro più grande, pure non corrisponde alla massa; così avendo preso due cilindri, l' uno dei quali era otto volte più grande dell' altro, e che avevano la stessa lunghezza, gli effetti dell' uno furono appena quattro volte maggiori di quelli dell' altro, essendo la stessa la quantità del filo.

Anche qui la corrente segue la ragione del numero delle spire; ma quando queste sovrapponendosi hanno fatto cinque o sei strati, tosto si vede l' *effetto non* essere più proporzionale all' aumento delle medesime.

Dopo queste sperienze il Linari ed il Palmieri si proposero la seguente quistione: quale potrebbe essere la maniera di accrescere considerevolmente gli effetti del magnetismo tellurico? Le esperienze del Nobili e le loro proprie gli ponevano in grado di giudicare che una sola spirale avvolta a tamburo di legno od a cilindro di ferro rendeva impossibile, od almeno assai malagevole, il conseguimento dello scopo, per l' enorme volume che si avrebbe dovuto porre in moto; per la qual cosa si persuadettero l' unica via essere quella di cercare un modo di sommare gli effetti di più elementi congiunti, e di

formare così una batteria, come il Dal Negro aveva fatto per le correnti delle calamite. Prima di comporre la batteria era mestieri vedere qual fosse quell' elemento che desse il maggiore effetto sotto minor volume, e però scelsero le elici di rame col ferro dolce, dalle quali avevano avuto più vigorose correnti, anche perchè la mancanza di fili di rame grossi aveva loro impedito di continuare, come dicemmo, le prime sperienze. Ogni elemento adunque della batteria da essi imaginata è formato di un cilindro di ferro dolce lungo circa mezzo metro e di 21 millimetri di diametro, intorno al quale è avvolto ad elice destrorso un filo di rame ricoperto di seta, che forma tre o quattro strati di spirali. Presi quanti elementi si vogliono di questi, si pongono tutti l' uno presso l' altro paralellamente disposti, in guisa che tutti i fili di origine delle spirali corrispondano da una stessa parte, rimanendo fra un elemento e l' altro un intervallo almeno di un decimetro, e si fissano in un telaio di legno, di modo che tutti possano girare intorno ad un asse che passi per la metà delle loro lunghezze: indi l' estremo della prima spirale si congiunge col principio della seconda, l' estremo di questa col principio della terza, e così per le altre, in guisa che restino liberi i due capi del principio della prima e del fine dell' ultima spirale, i quali servono di poli alla nuova batteria. Da quel che si è detto innanzi apparisce potersi diversamente disporre l' asse di rotazione prima di porre in opera questo apparecchio; ma sarà forse comodo metterlo perpendicolare al meridiano magnetico e partire dalla giacitura in cui i cilindri si trovino paralelli all'ago d' inclinazione. Disposte così le cose, si facciano comunicare i capi del galvanometro prima con ciascuna spirale isolatamente, e si notino i gradi di deviazione che si hanno; indi si faccia operare l' intera batteria, facendo che i capi del galvanometro sieno congiunti ai poli della medesima, e si vedrà l' ago di questo percorrere un arco, la cui tangente, non solo eguaglia, ma supera alcun poco, quella dell' arco percorso dall' ago quando operava un elemento solo: sicchè la batteria magneto-elettro-tellurica somma le correnti in modo del tutto analogo a quello come la forza elettrica si somma nelle coppie della pila del Volta. Ecco adunque un mezzo per avere dalla terra correnti d' induzione molto intense. La batteria non erasi dapprima ridotta a tal numero elementi, da poterne avere qualche effetto di tensione, e volendola adoperare per questo oggetto, notarono il Linari ed il Palmieri fino da allora che sarebbe convenuto montarla convenientemente e darle un moto di rotazione rapido e continuo, procurando di avere il distacco con opportuno meccanismo simile a quello che si osserva nell'apparato di Clarke. Questo rapidissimo moto di rotazione difficilmente avrebbe potuto ricevere il grandissimo tamburo del Nobili, e però non si poteva da quello sperare alcuna tensione, potendosi quelle correnti sommare sul galvanometro, ma non mai per la scintilla, siccome aveva per le calamite sperimentato quel chiarissimo fisico; imperocchè quella differenza ch' egli aveva notata fra il pronto distacco dell' ancora ed il lento strisciare della stessa sopra i poli della calamita doveva corrispondere nel caso presente al rapidissimo girare dell' elici ed al moto meno celere delle stesse.

Potrebbe per avventura alcuno incontrare dubbio sulla natura di queste correnti, essendosi esse appalesate mercè l' intervento del ferro dolce; ma è da rammentarsi che anche dalle calamite si hanno le correnti d' induzione avvolgendo i fili intorno all' ancora od a cilindri

di ferro dolce. Che se si voglia dire che nelle calamite le correnti si appalesano anche sopra le sole spirali di rame, è da notarsi che lo stesso accade per la terra, siccome è dimostrato dalle esperienze del Nobili, e di altri che le hanno ripetute. Vedemmo in vero (pag. 345 e 349) che se prendesi un rocchello di legno od un tubo di cartone e vi si avvolge sopra una carta quantità di filo di rame ricoperto di seta, e poi si muova, siccome di sopra è detto, si hanno correnti dal magnetismo tellurico. Notando con l' aiuto del galvanometro il verso e la intensità delle medesime, se poi s' introduce nel rocchello un cilindro di ferro dolce ed operasi come prima, si vedranno le correnti divenire più vigorose. Questo fatto è comune alla calamita ed alla terra, e però il Nobili pensò di avvolgere il filo intorno all' ancora delle sue calamite elettriche. Nè vale il dire che l' ancora per l' azione dalla calamita diviene anch' essa calamita, imperciocchè accade appunto lo stesso al ferro dolce per l' azione della terra: insomma la maniera come le correnti d' induzione sogliono avere dalle calamite è perfettamente simile a quella come le si hanno dalla terra, ed è ai fisici napolitani che spettasi il merito di avere trovato la maniera d' ingrandire queste ultime, e di ottenerne tutti i fenomeni che si hanno dalle calamite.

Alla loro batteria aggiunsero dessi un elemento di sole spirali di rame senza ferro dolce, videro che le correnti indotte nel medesimo si possono sommare con quelle degli elementi composti col ferro dolce, e vollero perciò rendere questo elemento di sole spirali di rame più vigoroso che si potesse, e disporlo in guisa da potere operare solo od in concorso cogli altri, giacchè operando solo potrebbe essere ordinato ad un doppio fine, a dimostrare cioè le correnti indotte senza bisogno di ferro, ed a servire per misurare l' intensità del magnetismo terrestre.

Prima di continuare e di venire agli ultimi bei risultamenti da essi ottenuti, giovera riferire alcune loro osservazioni intorno al modo più acconcio di ordinare ciascun elemento della batteria, di cui qui sopra è detto.

Avendo dovuto avvolgere replicatamente lo stesso filo sopra un cilindro di ferro, venne loro fatto di notare una certa differenza di effetti, alla quale non seppero altra ragione assegnare fuorchè il vario modo come il filo erasi avvolto sul cilindro anzidetto; per la qual cosa giudicarono esservi una maniera di avvolgimento la più acconcia, da cui un maggior effetto derivar ne dovesse: per ritrovarla presero successivamente ad avvolgere il filo in tutti i modi possibili sopra un cilindro di ferro dolce, notando volta per volta l' effetto che se ne aveva. Da prima avvolsero il filo sulla intera lunghezza del cilindro, poi restrinsero le elici poco a poco verso il mezzo, fino a ridurle in una specie di gomitolo; fecero in fine dei gomitoli diversi in varii punti della lunghezza del ferro, e dopo tutto questo conclusero che il maggiore effetto si ha dividendo la intera lunghezza del cilindro in cinque parti uguali, e coprendone di filo le tre di mezzo, restando, cioè, scoperto il ferro per 1/5 di sua lunghezza, tanto dall' uno quanto dall' altro capo. Questa osservazione è importantissima, siccome quella che pone al caso di potere avere una più vigorosa corrente dalla stessa quantità di filo. Nè si tratta di una differenza spregevole, imperocchè coprendo il cilindro in tutta la sua lunghezza, e poi nel modo anzidetto, poste le altre cose eguali, gli effetti furono nella ragione di 2 a 3.

Se invece di cilindri si adoperassero tubi di ferro, le correnti non mancherebbero di comparire, siccome Linari e Pal-

mieri sperimentarono facendo uso di pezzi di canne da schioppo. È vero che gli effetti di essi riuscirono minori di quelli dei cilindri, stando gli uni agli altri nella ragione di 2 a 3; pure, facendo alquanto più grosse le pareti, e dando ai tubi qualche pollice di più di lunghezza, si potrebbero ridurre alla forza dei cilindri, giacchè le correnti non seguivano le ragioni delle masse di ferro, imperocchè queste erano fra loro come 1 a 4, e quelle come 2 a 3.

Chiunque poi conosce la maniera come sono fabbricate le canne da archibugio intenderà che il minor potere di queste potrebbe, per avventura, derivare anche da quella particolare disposizione che il ferro delle medesime ha dovuto ricevere.

Qualche tempo dopo avendo i fisici napoletani collocate otto elici di fili di rame ravvolte su tubi di ferro dolce sopra un telaio di legno, ed aggiuntovi un meccanismo per la opportuna interruzione del circuito, simile a quello che trovasi nelle calamite elettriche del Clarke, giovaronsi di un tornio per avere la rotazione continua. In tal modo congiungendo i fili per tensione, ottennero eglino la scossa e la decomposizione dell' acqua. La scossa pareggia quella che si ha con le armature di quantità dei migliori apparecchi di Clarke. La decomposizione dell' acqua si ha molto distinta co' fili di ferro introdotti in acqua acidulata, siccome l' aveva il Nobili dalle correnti delle calamite: l'ossigeno si unisce al ferro e l' idrogeno si raccolge sotto forma gassosa. Adoperarono fili di rame di una certa grossezza, cioè di circa un millimetro, perchè speravano di potere avere anche i fenomeni di quantità; ma, sia la poca massa del ferro, avendo adoperato dei tubi, sia che si richiedesse una grossezza maggiore nei fili, ebbero i soli fenomeni di tensione. Laonde stabilirono che anche in questo caso conveniva giovarsi di due armature, una di tensione a filo sottile, ed una di quantità a filo grosso, il che proposersi fare tosto che si fossero provveduti di un motore più acconcio a dare la rotazione continua.

Nella prima serie di esperienze, che fecero seguitando le orme del Nobili e dell' Antinori, presero in accurata disamina il caso delle spirali adagiate sul ferro, intorno alle quali i due fisici citati incontrarono alcune difficoltà. Avendo eglino collocata una spirale secondo la direzione dell' ago d' inclinazione, v' introducevano un ferro dolce, e tosto osservavano la corrente, la quale non era d' induzione immediata, ma mediata per rispetto alla terra, perocchè era prodotta unicamente dal magnetismo di posizione del ferro dolce, e però poco acconcia a dimostrare le induzioni telluriche; è questo anche il caso delle armature del Clarke girate in modo che l' asta di ferro che le congiunge si trovi nel meridiano magnetico, o qualsiasi altro in cui non si abbiano le correnti d' induzione immediata, che con molta ragione furono abbandonate dai due illustri fisici italiani, come quelle che non dimostravano il fatto che si voleva rendere aperto.

Ma ben diverso è il caso delle spirali che quantunque stieno sul ferro, pure sono col loro asse nel meridiano magnetico in cui si muovono. E di fatto se tolgasi il ferro, rimanendo i soli fili di rame avvolti sopra un tubo di cartone, si vedranno le correnti sussistere tuttavia, rivolte per lo stesso verso, ma solo alquanto più deboli; mentre invece tolta l' asta di ferro che congiunge le armature dell' apparecchio di Clarke le correnti svaniscono.

Le correnti sono adunque telluro-elettriche, ed il ferro viene come ausiliario del pari che in tutti gli altri casi dello stesso genere; vale a dire nelle sperienze di magneto-elettricismo, ed in quelle d'

induzioni elettriche delle pile; in questo modo fu eziandio da Linari adoperato per avere la scintilla d' induzione dalla torpedine.

Se adunque nelle calamite i fili di rame si avvolgono sulle ancore, i tubi o cilindri di ferro fanno appunto le veci dell' ancora per rispetto alla terra.

Linari e Palmieri diedero al loro apparecchio il nome di batteria *magneto-elettro-tellurica*, perchè bene esprimesse la sua natura, ma per brevità si potrebbe forse chiamare batteria *telluro-elettrica*.

Se con una rotazione più regolare che aver si può da un opportuno congegno, unendo i fili per quantità, non riuscissero ad ottenere fenomeni fisici, due vie dicevano que' fisici restar loro a tentare, le quali erano o un maggior numero di elementi nelle batterie, o fili più grossi in ciascuno elemento con cilindri di ferro in vece di tubi, in modo da avere due armature per questo nuovo elettromotore, una di tensione a filo sottile con tubi, e l' altra a filo grosso con cilindri di ferro.

L' Accademia di Napoli formò una commissione, onde facevano parte Capocci, De Lucca, Melloni, Sementini e Semmola, incaricandola di esaminare questi risultamenti, la quale riconobbe ottenersi, con la batteria onde si parla, la decomposizione dell' acqua ed una scossa affatto simile a quella della macchina di Clarke. La scossa sentissi da tutti distintissima bagnando prima la mano con acqua acidulato: alcuni l' ebbero sensibile perfino nei polsi. La decomposizione dell' acqua fu riprodotta parecchie volte in presenza della Commissione con acqua parimente acidulata, e mediante due fili di ferro ravvolti a spira che comunicavano con le due estremità della batteria magneto-elettro-tellurica; si ebbe quindi lo sprigionamento del solo idrogeno.

Queste due esperienze sembrarono sufficienti alla Commissione per destare le fondate speranze che, proseguendo le loro indagini, Linari e Palmieri arrivare dovessero ad ottenere, non solamente scosse più energiche ed una compiuta decomposizione dell' acqua senza l' impiego della forza sussidiaria dell'ossidazione, ma eziandio le scintille e l' arroventamento dei fili metallici.

Fra gli esperimenti fatti con la loro batteria, interessanti sono quelle per vedere se meglio giovasse nel comporle adoperare molte o poche spirali. Riuscirono pertanto a dimostrare ad una Commissione eletta dall' Accademia reale di Napoli, come sette elementi della loro batteria davano in un galvanometro a filo molto corto quella stessa deviazione che avevasi con un solo, donde dedussero che se

$$Q = \frac{A}{R},\ Qn = \frac{An}{Rn} = \frac{A}{R},$$

cioè che con un elemento si ha la stessa quantità che con n elementi. Ma quando la lunghezza del filo del galvanometro non poteva più essere considerata come nulla rispetto a quella delle spirali, allora la cosa cangiava d'aspetto, perchè la formula fondamentale, per un solo elemento, diveniva $Q = \frac{A}{R+r}$; e per n elementi essa era espressa da $Qn = \frac{An}{Rn+r}$, donde s' intende che la deviazione galvanometrica, poste le altre cose eguali, aver doveva attinenze con r, pel che, accrescendo la lunghezza del filo delle spirali senza mutare quella del galvanometro, si trovava un limite ch'era relativo e non assoluto, perchè con la lunghezza del filo delle spirali crescendo la tensione e non la quantità, faceva mestieri aumentare il numero de' giri sul telaio del galvanometro se si voleva vedere l' aumento di tensione ottenuto. Questo fatto, che, nello stato in cui era con la scienza, poteva essere preveduto, ebbero i

fisici anzidetti occasione di confermare con l'esperienza. Quando eglino avevano il galvanometro a filo molto lungo da non temere di avvicinarsi a quel voluto limite di tensione, il quale, come si di esse, è relativo al galvanometro, e che perciò potevano fare scomparire, poterono, col noto metodo di Melloni, vedere, per esempio, da 5° a 30 o a 35, a quanti corrispondevano partendo da zero, ed assicurarsi per tal modo se avevano la somma di due o più correnti. Con un galvanometro cui ponevano successivamente telai diversi con fili di varia lunghezza, e riducendo le deviazioni dell' ago dentro i giusti limiti, accrescendo o scemando la sensibilità dello strumento mercè una calamita, poterono rendersi sicuri di tutto quello che avevano esposto in varie occasioni e che in gran parte dimostrarono alle deputazioni dell' Accademia. Quando adunque si sappiano bene interpretare le deviazioni galvanometriche, si vedrà che nè la quantità, nè la tensione hanno un vero limite, ma crescono cogli elementi da cui dipendono, i quali, per la tensione, sono la lunghezza in primo luogo e poi il diametro delle spirali, come cosa molto secondaria; e per la quantità, la grossezza dei fili ed il diametro delle spirali.

È agevole poi intendere che, quando si abbia un galvanometro, il cui filo sia di una certa lunghezza, come, per esempio, di 20 a 40 metri ed anche più, le sue deviazioni sono assolutamente inette a far distinguere se cresce la tensione o la quantità, perchè fannosi maggiori entro certi confini col crescere delle lunghezze e dei diametri dei fili.

Nell' atto che da fili sottili e lunghi si ha tensione, pure quando questi sono adagiati sul ferro, purchè vi possano fare più giri senza uscire dalla sfera di azione del magnetismo temporario di quel metallo, si ha con la tensione una quantità

maggiore di quella che aver si dovrebbe atteso il piccolo diametro di essi fili. Per la qual cosa il pretendere di accrescere la quantità col solo mezzo di fili più lunghi è cosa vana; peggio poi se il circuito non abbia la stessa sezione.

Adagiando i fili sul ferro dolce a cilindri, a canne od a fasci di fili, sarà sempre vero che questo metallo giova molto ad accrescere la quantità e la tensione per un certo numero di giri, il quale dipende dalla grossezza dei fili; ma quando questi sovrapponendosi si allontanano molto dal ferro, escono fuori della sfera di sua attività ed operano come semplici spirali di fili di rame. Al contrario se, dopo aver fatto sopra un cilindro un certo numero di giri, si passa ad un secondo e così appresso, allora tutte queste spirali saranno sotto l' azione del ferro, e si avrà un considerevole aumento, tanto nella quantità quanto nella tensione delle correnti. È adunque un errore quello di affastellare molto filo sopra pochi elementi. Sebbene giovi accrescere i diametri delle spirali, siccome fu già sperimentato prima dal Nobili e dall' Antinori e poscia confermato da Linari e Palmieri, pure, ad evitare l' enorme peso al quale si andrebbe incontro, dovrebbero gli elementi farsi vuoti di dentro, siccome fecero i fisici succitati co' fasci di fili di ferro e con le canne.

In proposito poi del sapere interpretare i risultamenti dall' esperienza, vogliamo qui ricordare un fatto che ai poco pratici in queste ricerche potrebbe sembrare strano mentre è invece naturalissimo. Con otto elementi uniti per tensione i fisici napoletani avevano parecchi giri in un galvanometro e soli 60° in un altro: uniti poi per quantità, quello dei molti giri dava 60°, e l' altro che prima aveva dato 60° dava dei giri interi.

Nel comporre una batteria in cui si vogliano i fenomeni fisici, si persuasero quindi

di che la quantità debba secondo i casi avere anche una certa tensione, e questo lo argomentarono dall'avere veduto più volte nel buio qualche piccola apparizione di luce con quella stessa armatura, dalla quale ebbero la scossa e la decomposizione dell'acqua, ma solo quando i fili erano uniti per tensione e non mai quando gli univano per quantità. Di ciò per altro riserbavansi di parlare quando avessero provveduto il loro apparecchio di armature più proprie, essendo quella che avevano composta con fili di tale grossezza da non essere acconcia nè per la tensione, nè per la quantità; e preso avevano fili di quella grossezza, perchè questi erano in commercio non solo, ma anche perchè non sapendo prevedere quali fenomeni sarebbe più agevole di vedere comparire, parve loro prudenza di attenersi ad un medio. Trovarono eglino anche un' altra maniera di elemento, dalla quale si può avere qualche cosa di più pel magnetismo temporario del ferro. Preso un cilindro depresso di ferro dolce e verso i suoi estremi collocati perpendicolarmente ad esso due corti cilindretti dello stesso metallo, vennero avvolgendovi i fili ad avere tre spirali adagiate sopra i tre pezzi di ferro, le quali unite fra loro diedero un aumento mercè le induzioni sopra le due spirali aggiunte, provenienti dal magnetismo del ferro. Questo però induce nella necessità di collocare gli elementi ad una maggiore distanza fra loro. E qui giova notare come la distanza che separare dee gli elementi fra loro abbia a crescere con la forza di essi, sicchè elementi più vigorosi, dovendo essere collocati sullo stesso telaio, inducono nella necessità di far questo più lungo e però più difficile a muoversi: il vero limite della grandezza degli elementi essendo quel medio da cui possa conseguirsi il massimo effetto col minore incomodo.

Principale ricompensa di questi assidui studii e ricerche del Linari e del Palmieri si fu quella di giugnere ad ottenere dalla loro batteria quell' effetto che invano erasi cercato da altri, e che al Nobili si presentava in aspetto sì seducente, e vogliam dire, la scintilla prodotta dal magnetismo terrestre *(a)*. Erano dessi già fino del marzo 1843, come vedemmo, pervenuti ad avere la scossa e la decomposizione dell'acqua, ed il 16 dicembre dello stesso anno poterono altresì avere la scintilla, dandone tosto all' Accademia Pontoniana di Napoli un annunzio che venne ripetuto nei più accreditati giornali. Siccome però sembrava in qualche caso mancare, così attesero di averla costantemente per pubblicare il modo di produrla e mostrarla a chiunque.

Il 5 marzo del 1844 poi l'ebbero tale, brillante e certa, e la fecero vedere al Melloni, il quale ne rimase soddisfattissimo ed assunse l' impegno di farla annunziare da Arago all' Accademia di Parigi. Vedesi nell' oscurità ben decisa e chiara, ed in tutti i modi come quella magnetica nella macchina di Clarke. L' annunziarono dappoi all'Accademia delle Scienze con loro nota, e venne deputato con altri ad osservarla lo stesso Melloni, che ne die' favorevole relazione. Riuscirono que' fisici a siffatte scoperte trovando il modo di sommare insieme gli effetti di tensione di parecchie

(a) Il Nobili, nel giugno 1832, così scriveva nell' Antologia di Firenze: « Sarebbe » un bel vedere escire la luce elettrica dal » semplice rovesciamento d' una spirale in » mezzo allo spazio! La cosa non è solamente possibile; è poco meno che assicurata dai resultati a cui siamo pervenuti. » A quel che pare non rimangono che delle » difficoltà d' esecuzione da superare. » A vincere queste *difficoltà* occorsero tuttavia pressochè dodici anni, e lo si fece prima che altrove in Italia.

(G.**M.)

II. ESPERIENZA		III. ESPERIENZA	
D	E	D	E
o,^{m}3	o°	o,^{m}3	o°
15	2	o, 18	2
12	3	o, 15	4
1	4	o, 12	6
98	6	o, 11	7
[illegible]	8	o, 088	12
	12	o, 085	59
	18	o, 075	64
	26	o, 065	72
	30	o, 050	14
	54	o, 048	17
		o, 028	20
		o, 025	30
		o, 023	33
		o, 020	90

[illegible] o^{m},6 coperti [illegible] di loro lunghezza [illegible] rali e chiusi agli estr[illegible] ferro massicci, tali esse[illegible] che si conobbe con l' esp[illegible] miglior effetto. I fili devono, [illegible] to, essere sottili per la tensio[illegible] per la quantità; i fisici napo[illegible] maggior sicurezza nell' evento, [illegible] nero sulla via d' una media grosse[illegible] ma non ne sappiamo la precisa misur[illegible] L' apparecchio loro adunque, che vedesi [illegible] disegnato nella fig. 2 della Tav. XXVI delle *Arti fisiche*, e cui danno il nome di *batteria magneto-elettro-tellurica*, consiste in un telaio rettangolare di legno A il cui piano è nell' asse dell' ago d' inclinazione. Sono in esso otto elementi, o cilindri di ferro B con le loro spirali C, fissati sui lati più lunghi, e posti paralelli fra loro ed al piano magnetico, ed a tali distanze che la corrente dell'uno non isturbi con la sua influenza quella dell' altro. L' asse del telaio è normale al piano magnetico e passa pel mezzo degli elementi. Un capo di esso viene messo in rotazione con tutto il resto dell' apparecchio mediante un sistema di ruote posto dalla medesima parte, e fissato al piede che serve di sostegno a quella cima dell' apparato: l' altra cima poggia su di un sostegno e serve a condurre la corrente, avendovi

[illegible] fili [illegible] mi-rivo[illegible] go per ten[illegible] fa rivoluzioni [illegible] quanto si voglia, [illegible] nomeni di scosse, [illegible] tille. L' apparato è leg[illegible] senza inconveniente si pu[illegible] crescendo il numero degli [illegible] gegnando gli assi di più [illegible] pressione a quella guisa che [illegible] ne per le solite macchine [illegible] che (pag. 339), sicchè i poli [illegible] menti vengano intercettati [illegible] te o contemporaneamente, diver[illegible] ciò le correnti ottenute molto più [illegible] che *(a)*.

uppo esterno del cilindro
Questo filo aveva dap-
za di un millimetro scar-
ungo 31 metri, mentre
ienze la sua lunghez-
metri. Nella prima
due no. Non sarà
ezza di o^{m},0365
ncora, era pre-
dei poli del-
valio impie-
nente l' an-
ue perfet-
di essa,
ente e
due
lel-
rti

(a) Avrebbesi senza dubbio notabile [illegible] mento di effetto, anche con un solo [illegible] simile a quello disegnato nella fig. 2, [illegible]

Vuole giustizia che si noti come in questi esperimenti sieno stati assistiti dal loro governo, il quale, udito il parere dell'Accademia, assegnò a tal fine la somma di 400 ducati (franchi 1660).

Esaminato così quanto riguarda la calamita, che è l'anima, a così dire, delle macchine magneto-elettriche, la seconda parte di esse più importante dappoi si è l'ancora od armatura che dir si voglia, ed è di questa che ora abbiamo pertanto ad occuparci.

Importanti pel migliore collocamento

ponendo a ciascuno degli otto cilindri di esso altrettante spranghe di ferro dolce nella stessa direzione del cilindro, cioè in quella dell'ago d'inclinazione, a quel modo che si è veduto fare il Fazzini (pag. 348) nel suo apparato che rappresenta la fig. 1 della Tavola XXVI delle *Arti fisiche*. L'effetto aumenterebbesi ancora maggiormente ponendo altre otto spranghe simili al di sopra dei cilindri, e nella stessa direzione di quelle inferiori. Non ci pare che fosse da trascurarsi questa aggiunta da quelli che volessero far costruire una di tali batterie.

(G.**M.)

dell'ancora nelle macchine magneto-elettriche in generale sono le indagini ed osservazioni fattesi da Silvestro Gherardi intorno alla influenza della distanza cui presentasi dessa ai poli della calamita. Si propose egli di conoscere quali variazioni rechi nella intensità delle correnti magneto-elettriche il variare della distanza a cui opponesi una stessa ancora ad una medesima calamita, ed inoltre di determinare la massima distanza fra l'ancora e la calamita a cui si rende sensibile l'azione elettro-motrice mediata e immediata di questa sul filo che inviluppa quella. Ora i risultamenti delle tre seguenti serie di esperienze, fatte per avere qualche lume sopra gli anzidetti oggetti, presentano qualche interesse. Sono questi riuniti in tre colonne, indicandosi con *D* le varie distanze in frazioni di metro fra la calamita e l'ancora sua, preparata nel modo suggerito da Nobili e Antinori, e con *E* le escursioni corrispondenti dell'ago del galvanoscopio sensibilissimo a due aghi.

I. ESPERIENZA		II. ESPERIENZA		III. ESPERIENZA	
D	E	D	E	D	E
0,^{m}3	2°	0,^{m}3	0°	0,^{m}3	0°
0, 2	4	0, 15	2	0, 18	2
0, 1	8	0, 12	3	0, 15	4
0, 05	30	0, 11	4	0, 12	6
0, 028	90	0, 088	6	0, 11	7
		0, 085	8	0, 088	12
		0, 075	12	0, 085	59
		0, 065	18	0, 075	64
		0, 050	26	0, 065	72
		0, 048	30	0, 050	14
		0, 028	54	0, 048	17
		0, 020	90	0, 028	20
				0, 025	30
				0, 023	33
				0, 020	90

La calamita adoperata pesava chilogrammi 4, 5. Il peso che la medesima sosteneva, prima che si facessero le esperienze I e II, era di chilogrammi 11, 4: quello che sosteneva prima della III esperienza era di chilogrammi 15, 9. Lo stesso pezzo di ferro dolcissimo per tutte e tre le esperienze, fu il nucleo dell' ancora. Aveva desso la forma di cilindro terminato alle sue basi da due paralellopipedi rettangoli a basi quadrate.

La lunghezza del cilindro era di o^{m},0365: il suo diametro di o^{m},0145. Un lato del paralellopipedo, cioè quello paralello all' asse del cilindro, era di o^{m},025 : gli altri due lati di esso erano di o^{m},0185. Ma se fu lo stesso il nucleo, o, vogliamo dire, anima dell' ancora, non fu lo stesso in tutte e tre le esperienze il filo che formava l' inviluppo esterno del cilindro di quest' ancora. Questo filo aveva dappertutto la grossezza di un millimetro scarso; ma nella I era lungo 31 metri, mentre nelle altre due esperienze la sua lunghezza non superava i 13 metri. Nella prima era ricotto, nelle altre due no. Non sarà inutile notare che la lunghezza di o^{m},0365 del cilindro rivestito dell' ancora, era precisamente l' intervallo interno dei poli della grande calamita a ferro di cavallo impiegata. Attaccandovi convenevolmente l' ancora il cilindro rimaneva adunque perfettamente compreso fra le estremità di essa, e le dimensioni della lamina sporgente e media della calamita, che formava le due estremità, erano tali, che i due capi dell' ancora non coprivano che i tre quarti circa delle estremità stesse. Il filo ben

fasciato di seta non erasi avvolto a mano sopra il suo cilindro, ma s' era impiegato un tornio, essendosi questo trovato convenientissimo per ottenere che tutte le spire fossero ben tese, e che l' involucro avesse esattamente la stessa grossezza da per tutto. A questo modo la parte media dell' ancora, benchè ricoperta dal filo, mostrava nella forma cilindrica della veste la sua propria forma. Il Gherardi notava che esisteva a questo riguardo una differenza fra la sua ancora armata e quelle onde erano fornite le prime calamite elettriche del Nobili, le quali avevano il rivestimento molto rigonfio verso il mezzo, che è quanto dire, che le diverse eliche sovrapposte, invece di contare tutte lo stesso numero di spire elementari, ne contavano tante meno quanto più s' allontanavano dall' anima di ferro dolce. Per non dimenticare nessun elemento influente è a dirsi, che, per quanto parve al Gherardi nel misurare senza svolgerlo il filo che componeva la matassa del galvanometro suddetto, la lunghezza di quello era di $13^m,5$ circa. Aggiungendo a questa lunghezza quella dei due fili esterni al galvanometro, l' uffizio dei quali era di far comunicare i capi della matassa di esso coi capi liberi e scoperti del filo ravvolto sopra l' ancora, si aveva in tutto 18 metri circa di lunghezza di filo, il quale non era che conduttore della corrente eccitata nell' altro filo, in quello cioè dell' ancora.

Queste esperienze furono tutte eseguite a mano. La calamita pendeva dal suo sostegno ; un assistente impugnava la spranga di legno, alla quale stava infissa l' ancora alla Nobili ed Antinori, e la portava con rapidità verso la calamita, o da questa la scostava con pari rapidità, mentre il Gherardi stesso stava osservando i movimenti dell' ago del galvanometro. È inutile avvertire che si aveva tutta la cura che i due capi scoperti dell' ancora stessa, fossero direttamente opposti ai due poli della calamita. Un' asta verticale ed infissa ad uno dei due bracci di questa era divisa in millimetri, e serviva a misurare le varie distanze dalla calamita alle quali si fermava l' ancora, o dalle quali questa muoveva quando veniva sottratta rapidamente dall' influenza di quella. Dalla riconosciuta eguaglianza delle due escursioni dell' ago in questi due casi dell' accostamento, cioè, e dello scostamento, corrispondenti ad una medesima distanza fra l' ancora e la calamita s' aveva un facile mezzo e sicuro per segnare le giuste escursioni delle quali si tratta. L' ancora era portata alla distanza a dai poli, e con l' occhio, si fissava la deviazione che in quello stesso momento soffriva l' ago. Mantenevasi poi ferma a tale distanza finchè questo ago non si fosse fermato di contro allo zero della sua scala. Si allontanava allora l' ancora dai poli medesimi e si notava del pari la deviazione opposta alla precedente sofferta dall' indice. Quando queste due deviazioni differivano pochissimo fra loro, notavasi quest' ultima deviazione, come più sicura dell' altra ; che se invece differivano di troppo, si tornava a ripetere l' esperimento. Dietro ciò pare che si possa considerare bastantemente esatto ciascun risultamento in particolare delle precedenti esperienze, e molto più esatte le relazioni che sussistono fra i diversi risultamenti delle medesime. Il Gherardi aggiunge che dato termine a ciascuna serie di queste, ebbe cura di ripeterle un' altra volta almeno; accertandosi così che le nuove escursioni dell' ago erano sensibilmente le stesse di quelle determinate la prima volta. Egli non poteva poi stabilire fra i due sistemi della combinazione magneto-elettrica, non già un contatto, ma neppure un intervallo minore, benchè di pochissimo, dei 28 o 20 millimetri, senza incorrere nell' inconveniente che l' ago ve-

nisse ad urtare più o meno fortemente contro il fermo collocato a 90° dallo zero della scala. Avendo voluto una volta arrischiare un attacco e un distacco, nel caso preciso dell' esperienza II, acciò i suoi discepoli fossero più colpiti dalla forza di queste, tutto che fugaci, correnti, l' indice del galvanometro urtò con tal forza contro il fermo, che ne rimase mal concio il sistema quasi-astatico del sensibilissimo strumento. In quello stesso giorno il Gherardi fece palese l'efficacia delle medesime correnti, per attraversare i conduttori di seconda classe. I due capi scoperti del filo del meccanismo magneto-elettrico toccavano le parti diverse di una rana preparata alla maniera del Galvani, ed erano distanti un decimetro almeno. Il preziosissimo elettro-scopio animale si scuoteva fortemente nei due punti dell' attacco e distacco ; una volta perfino saltò sulla tavola sottoposta sul quadrato di vetro in cui era disteso.

Notava pure il Gherardi risultare dalle sue speriènze il grande vantaggio del pezzo di ferro dolce che imaginarono il Nobili e l' Antinori d' introdurre in mezzo alle spire metalliche, per servire di intermezzo all' azione della calamita sopra la spirale, che risulta molto più grande di quella che si verificherebbe se, rimanendo tale spirale alla stessa prossimità dalla calamita, non rivestisse un pezzo di ferro dolce. Ma ad ogni modo la sola azione diretta o immediata della calamita sopra la spirale stessa, nel caso di cui si parla, è abbastanza grande per dare luogo ad una corrente mediocre. Al contrario non è così ad una distanza, tutto che piccola, fra la spirale ed i poli della calamita ; giacchè nel caso che quella non abbia l' anima di ferro , le correnti in essa sviluppate, per l' immediata influenza della calamita, sono appena sensibili, o molto piccole, mentre quando ha l' anima di ferro, abbiamo già veduto quali grandi effetti ne derivino. La seguente esperienza mette fuori d' ogni dubbio quanto qui si è detto.

Il filo di 31^m si era avvolto sopra un'anima di legno, presso a poco della stessa forma e delle stesse dimensioni di quella di ferro dolce. Ecco i risultamenti ottenuti.

D...	$0^m,06$	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00
E...	2°	3	$4\frac{1}{2}$	6	8	12

D rappresenta le distanze delle due teste dell' anima dai poli della calamita, ed E le escursioni corrispondenti dell' ago del galvanoscopio moltiplicatore. Il peso che sosteneva la calamita, prima che fossero intraprese queste esperienze, era di chil. 14 circa. Devesi poi aggiugnere che la spirale avvolta sopra l' anima di legno era doppia ; che ciascuna delle due spirali aveva, separatamente dall' altra, le sue spire assestate e insieme legate, mentre un tratto di un decimetro circa del lungo filo, equidistante dalle estremità non era girato a spira, ma libero e stabiliva la comunicazione fra le due anzidette spirali. L'anima era tagliata secondo la media sezione trasversale del suo cilindro, la quale, giusta quello che s' è detto, corrispondeva al piano di separazione delle due spirali, e le due anime in cui realmente poteva dividersi, si levavano impunemente di dentro ad esse spirali, senza che queste si disfacessero. Queste medesime potevano allora separatamente o congiuntamente presentarsi ai poli della calamita a ferro di cavallo, e presentarsi in varie maniere differenti da quella con cui vi si erano opposte nella precedente esperienza. Portandole ambedue a toccare, una un polo, l' altra l' altro, in guisa che i piani delle loro spire fossero orizzontali, mentre la calamita pendeva dal suo sostegno , si ottenne un' escursione di 16° dell' ago del galvanoscopio.

Congiungendole coi loro assi per diritto, come nell'esperienza prima, potevano così congiunte entrare appena nell'intervallo dei due poli: inserendovele, vi si sostenevano senza aiuto, ma si potevano con ogni facilità estrarre rapidamente per di sopra, a cagione della divergenza dei due bracci della calamita partendo dai poli: facendo tutto questo l'osservata escursione fu di 22°. Questa escursione non fu che di 12° allorchè i due gomitoli spirali-cilindrici furono contemporaneamente appoggiati ai due poli, ma alle parti esterne di questi ed opposte a quelle alle quali si appoggiavano nell'ultimo caso. Finalmente, portando uno solo dei due cilindri fra i due poli, la escursione fu soltanto di 10°. Il penultimo risultamento è notabile, trovandosi identico all'ultimo ottenuto con l'uso dell'anima di legno. Bisogna però notare che in quel caso i due gomitoli spirali non toccavano che gli spigoli interni dei due poli, trovandosi contemporaneamente fra essi e sotto di essi, mentre nel presente caso i medesimi gomitoli toccavano le facce laterali degli stessi poli opposte alle interne ed erano immediatamente al di sopra di questi. Con ciò i gomitoli erano certamente più vicini ai veri poli del ferro da cavallo. Dall'essere la massima escursione di 22°, e perciò piccolissima in paragone della massima che lo stesso filo di 31^m ci dava quando ricuopriva l'ancora di ferro dolce, si vede in realtà il sommo pregio del felicissimo ritrovato di questa ancora, la quale lasciando la libertà alla calamita di agire sopra la spirale, unisce a questa azione diretta, la propria azione, di gran lunga maggiore della precedente, benchè l'ancora stessa non la eserciti per una virtù propria, ma per virtù acquistata dalla calamita medesima. Si registrerà certamente questo trovato fra le più felici inspirazioni che onorino la fisica dei giorni nostri. Le ultime esperienze del Gherardi giovano eziandio ad insegnare la forma più conveniente da darsi al pezzo di ferro dolce per avere il massimo effetto magneto-elettrico da una data calamita.

A due cose è pure da farsi avvertenza, alla qualità del ferro, cioè, ed alla sua massa. Intorno al primo oggetto sono di grande importanza le molte esperienze fatte da Dove mediante un apparato poco diverso dalla macchina di Saxton, con lo scopo di esaminare se gli effetti fisiologici, il riscaldamento dei termometri elettrici, le deviazioni dell'ago galvanometrico, il magnetismo comunicato al ferro dolce, le decomposizioni chimiche, e le scintille prodotte da cilindri massicci superino quelle che danno fasci di fili di ferro isolati. Antecedenti ricerche sulle correnti elettriche di induzione di fasci di fili di ferro magnetizzati gli diedero i risultamenti che seguono, combinandole con quelle fatte col nuovo apparato.

1.° Il ferro in forma di spranghe o di fascii di fili isolati, eccitato magneticamente dalla corrente di una pila galvanica, di una pila termo-elettrica, di una *bottiglia* di Leida o di una batteria, od anche avvicinandolo a una calamita permanente o temporaria, produce una corrente elettrica nel filo che lo circonda all'atto in cui quel magnetismo dileguasi.

2.° L'effetto d'induzione della stessa massa di ferro che forma un tutto continuo, è in generale molto diversa dalla azione della stessa massa quando componesi di fili isolati. Questa differenza varia secondo il modo come il ferro è magnetizzato.

3.° Quando calamitasi il ferro avvicinandovi una calamita non si vede che il dividerlo in fili aumenti l'azione della corrente indotta che risulta dal dileguarsi del magnetismo, e per questo riguardo un fascio di fili cinto di un invi-

luppo conduttore chiuso dà gli stessi effetti di quello con l' inviluppo aperto.

4.° L' influenza degli invogli conduttori è dovuta alla corrente elettrica d' induzione prodotta dal filo congiuntivo, lo chè è facile dimostrare facendo comunicare insieme gli orli lungo i quali l' invoglio è aperto nella sua lunghezza con un galvanometro. I tubi fessi i cui orli non comunichino insieme sono senza azione, del pari che le spirali di ferro avviluppanti a cime non riunite. All' opposto le spirali che cingono i fascii di fili di ferro, e le cui cime sono riunite, come pure i tubi fessi sulla lunghezza, ma in comunicazione cogli orli, agiscono con tanto maggior forza quanto più conduttrice è la sostanza onde sono formati. Quando si magnetizza un fascio di fili di ferro per l' avvicinamento di una calamita, queste spirali sono senza azione, per non esservi un filo congiuntivo che possa farvi nascere una corrente elettrica. Con le spranghe massicce di ferro la loro superficie agisce come un invoglio conduttore che cinga un fascio di fili di ferro.

5.° La corrente elettrica eccitata nell' invoglio conduttore non sembra avere alcuna influenza sulla quantità di elettrico posta in moto dal magnetismo del fascio che si dilegua ; ma sembra rallentare questo movimento. Torneremo a parlare dell' influenza degli invogli più innanzi, considerando gli effetti del magnetismo per rinvigorire l' azione della pila.

Da queste osservazioni del Dove risulta che non gioverebbe nelle macchine magneto-elettriche il sostituire un ancora di fili di ferro a quella di ferro massiccio.

Circa alla qualità del ferro ognuno che rifletta doversi tutta l' azione delle macchine magneto-elettriche al pronto magnetizzarsi e smagnetizzarsi dell' ancora, ben vede dover questa dare effetti tanto maggiori quanto più il ferro onde componesi è dolce, vale a dire quanto meno è capace di ritenere del magnetismo per qualsiasi causa acquistato. Che l' influenza di questa circostanza sopra l' intensità delle correnti magneto-elettriche sia veramente massima, si deduce evidentemente dalle esperienze fondamentali del Nobili, ed anche da alcune fatte dal Gherardi prima d' intraprendere le tre serie d' esperienze di sopra riferite, e quando l' ancora aveva tutta la sua naturale dolcezza. Parleremo di una sola di queste ultime, e basterà, trattandosi di un argomento in cui la teoria non potrebbe essere più evidente. La dolcezza del ferro dell'ancora da lui adoperata assicurava il Gherardi che non poteva essere maggiore, dietro l' opinione anche del macchinista che l' aveva costruita, il quale gli disse di non avere mai, in venti e più anni di mestiere, lavorato un ferro così tenero. L' aveva egli ricavato dall' unione di fili di ferro, ed aveva avute tutte le cautele opportune, perchè conservasse la maggiore possibile dolcezza.

Accrebbe la forza direttrice del sistema mobile del galvanometro, mediante una lunga e sottile verga calamitata, distesa sotto in prolungamento della linea 0° 180° della scala di esso, potendo così ottenere che la massima escursione dell' ago, corrispondente al contatto o al distacco, stesse un po' al di qua dei 90°. Non diremo dei tentativi fatti con questo artifizio per paragonare le forze delle correnti, nei tre distinti casi delle tre serie di esperienze riportate di sopra, e per paragonarle quando l' ancora si trovava più vicina di $0^m,28$ o di $0^m,20$ ai poli della calamita. Diremo bensì nel presente assunto che, determinate le escursioni dell' ago corrispondenti agli attacchi, fatti battendo alternativamente coi due capi A, B dell'ancora uno stesso polo della calamita, e determinate le escursioni agli corrispondenti attacchi, fatti in guisa da battere, sempre cogli stessi capi dell'ancora, i medesimi

poli della calamita, ciascuna di queste ultime escursioni, in generale trovossi un poco più piccola di ciascuna delle prime; e, in somma, la media di queste fu trovata sempre notabilmente più grande della media delle altre escursioni. Nel secondo caso le escursioni, di poco si, ma pur sensibilmente andavano scemando col moltiplicare il numero degli attacchi, mentre nell' altro caso serbavansi presso a poco costanti. Ora questo curioso risultamento non si saprebbe, secondo il Gherardi, spiegare senza ammettere che le percosse, reiterate nello stesso senso dell' ancora contro la calamita, le quali percosse certamente sviluppano in quella una forza coercitiva, sieno la primitiva cagione di un magnetismo durevole e crescente col moltiplicarsi di esse, il quale venga acquistato dall' ancora, e di una certa lentezza a comparire ed a sparire in essa di quella maggior parte del magnetismo che instabilmente possede allorchè tocca la calamita. In fatti verificò che l' ancora rimaneva alquanto calamitata dopo che aveva battuta la calamita come nel secondo caso, e che invece mostrava appena un magnetismo sensibile dopo avere battuta questa, un numero più o meno grande di volte, come nel primo caso. Sembra al Gherardi che in tale incontro si debba ragionare così. Quando l' ancora di ferro dolcissimo esce smagnetizzata affatto dal suo contatto con la calamita, il suo magnetismo instabile sparisce da essa con velocità abbastanza grande, perchè la calamita medesima possa sviluppare nel filo che riveste l'ancora stessa la massima corrente magneto-elettrica che la calamita potesse mai sviluppare sul medesimo filo. Deriva questo dalle esperienze del Nobili, ed è una verità che forse rimarrà nella fisica senza eccezioni. Ma non succede più lo stesso quando una parte più o meno grande del magnetismo di contatto dell' ancora è stabile nella medesima. Allora la velocità di dileguamento, che sempre, ed anco nel caso precedente, dee decrescere col tempo partendo dall' istante del velocissimo distacco, decrescerà tanto più rapidamente quanto più sarà grande il magnetismo osservato nell' ancora dopo il distacco, e questo magnetismo stesso non per altro sembrerà fisso, almeno in parte, se non perchè il suo dileguarsi graduato procederà con lentezza grandissima. Benchè poi si giunga a questa estrema lentezza dopo un tempo appena apprezzabile, e forse invalutabile da che l' ancora fu staccata dalla calamita, nulla di meno anche nell' istante indivisibile del distacco, quando, cioè, agisce la spinta che dovrebbe dare la massima corrente magneto-elettrica, tale lentezza si farà sentire. Il magnetismo si sosterrà per quell' istante nell' ancora con una forza molto maggiore di quella che avrebbe avuta se questa avesse posseduto tutta la possibile dolcezza; la corrente magneto-elettrica, proporzionale, in questo caso, alla quantità del magnetismo sparito in quello stesso istante, sarà adunque meno intensa della massima; e lo sarà meno di quello che potrebbe sembrare stando al poco magnetismo che si rinviene nell' ancora dopo il distacco. Con poca differenza questo discorso si può ripetere pel caso dell' attacco, e se ne ricava la stessa conseguenza.

Prima di passare ad altro crediamo bene di fare un' osservazione che si collega col soggetto ora trattato. E un fatto già noto, che il ferro, benchè dolcissimo ed affatto privo di magnetismo, ne acquista un poco se rimane attaccato ai poli di una calamita per un tempo più o meno lungo. Dunque un' ancora alla Nobili ed Antinori, ed una calamita di forza costante, nelle prime volte che quella si attacca o si distacca da questa, devono dare una corrente più forte di quella che daranno

dopo essere rimaste congiunte per molto tempo. Il Gherardi credeva di avere verificata questa deduzione con le prime esperienze a cui sottopose l'ancora tosto che fu costruita, ma diceva meritare quelle per altro di essere ripetute con molte cautele, la quale cosa si era prefisso di fare in seguito. Intanto notava che da ciò e da quanto si è esposto poco prima si rendevano evidenti alcune delle difficoltà che si oppongono al fatto di potere avere dal magnetismo una corrente costante, come si è veduto (pag. 320) che riteneva il Nobili potersi fare, vedendosi però anche il modo di superare possibilmente tali difficoltà. Non diremo delle precauzioni da usarsi affinchè la calamita che si vuole adoperare a questo oggetto abbia un magnetismo costante; ma bensì essere ben fatto di evitare i colpi di essa con l'ancora, e di guarentire questa dall'influenza magnetica di qualsiasi calamita, e della terra stessa, per sottoporla all'influenza della sua calamita solo nel tempo della esperienza. Bisognerà adunque appagarsi, diceva il Gherardi, di cercare la corrente costante fra quelle correnti che si verificano a piccolissime o piccole distanze, da determinarsi con ogni precisione fra l'ancora e la calamita. Soggiugneva essere forse questa una inutile precauzione per la scintilla magneto-elettrica; ma che egli nella macchinetta del Nobili che dava la scintilla, teneva lontana quanto più poteva l'ancora, montata sul suo braccio di leva, dai poli della calamita. Per conservare poi la forza magnetica di questa al suo massimo valore, l'aveva munita d'una ancora comune alla quale, mediante una funicella ed una carrucola aveva attaccato il peso più grande che quella calamita potesse sostenere.

Siccome si è detto al l'articolo MAGNETISMO (pag. 185) essere opinioni di varii che quasi tutte le sostanze, e specialmente i metalli, sieno dotate della proprietà di magnetizzarsi, benchè in grado molto inferiore a quello del ferro, così è da notarsi come potesse la disposizione delle macchine magneto-elettriche servire a portare grande lume su tale quistione, imperocchè se con le ancore di ferro si hanno in esse effetti tanto possenti, era molto probabile che anche con sostanze molto inferiori quanto alla proprietà di magnetizzarsi, si avessero pure effetti deboli sì, ma atti almeno a palesarsi sui galvanometri più sensibili. Esperienze di questo genere fece lo Zantedeschi nel modo seguente. Avvolse ad un polo di una calamita una spirale di filo di rame fasciato di seta formata di 30 o più elici, i cui capi fece comunicare con le cime del filo del galvanometro. Lasciatosi ristabilire l'equilibrio, ed avvicinatovi poscia un pezzo di ferro di ferro dolce, n'ebbe que' fenomeni d'induzione che accennammo a pag. 322. Rinnovando l'esperimento con pezzi di rame, di piombo, di stagno, di zinco, di bismuto, conobbe che tutte quelle sostanze promovevano correnti elettriche in ugual direzione del ferro, ma molto minori, sembrandogli che il rame desse effetti maggiori degli altri metalli. Disse avere avuto eziandio qualche indizio di azione dai legni di melo, di noce, di bossolo ed altri, ma questi così deboli che egli stesso li dichiara tali da non apparire forse visibili a chi non abbia uno squisito moltiplicatore. Fece lo stesso sperimento in modo alquanto diverso, levando la spirale del polo magnetico, e ponendola a tanta distanza da esso che non vi avesse influenza sensibile, e introdotto avendo nella spirale stessa cilindri di ferro, di rame ed altri con la loro cima volta verso il polo della calamita, ne ebbe corrente elettrica che si manifestava sull'ago del galvanometro. Queste esperienze sembrano concorrere a provare come quasi tutte le sostanze sieno, in grado diverso, atte a mag- mi-

nando a quale distanza dal polo della calamita si dovesse tenere la spirale, operando nel secondo dei modi accennati, perchè malgrado la introduzione in essa di un cilindro di ferro, di rame, di piombo e simili non vi si manifestasse indizio alcuno di corrente, si potrebbe stabilire una gradazione fra le proprietà magnetiche di quelle sostanze, relativamente alla distanza dei punti cui ciascuna di esse cessa di agire. Col primo metodo di operare all' incontro, sarebbe utile di esplorare l' effetto di quelle sostanze a differenti temperature per vedere se fosse vero l' asserto di Faraday (pag. 188) che, cioè, tutte le sostanze sono magnetiche, ma a gradi di temperatura diversi.

Un' altra avvertenza molto importante circa all' ancora delle macchine magneto-elettriche si è relativa alla natura ed alla massa della traversa che lega insieme i due cilindri di ferro dolce intorno ai quali stanno le spirali ravvolte nella macchina di Clarke e simili. Questa traversa si fa di ferro dolce, sicchè forma coi due cilindri, un solo sistema. Avendo lo Zantedeschi provato a sostituirne una di ottone, vide che gli effetti per ciò solo divennero debolissimi; rinforzaronsi ponendo al disotto della traversa una laminetta di ferro dolce ad immediato contatto coi due cilindri; ma non giunsero ad uguagliare quelli che si avevano con la prima traversa di ferro dolce, il che mostrò essere necessaria in questa anche una certa massa per la produzione del massimo effetto magneto-elettrico. Avvi pure notabile perdita se si adatta alla calamita un pezzo di ferro, il quale ne congiunga i due poli e vi si lasci, durante l' azione della macchina, il moto rotatorio, cioè, dell' ancora od armatura di essa. Nelle spirali a filo sottile una semplice calamita basta per rendere insensibile la scintilla tanto che non apparisca alla luce diffusa del giorno. All' opposto nelle macchine a filo grosso e corto occorre una massa considerevole di ferro che stabilisca quella comunicazione per avere l' indebolimento della scintilla e della scossa.

Seguitando il nostro esame delle parti della macchina magneto-elettrica, dopo la calamita e l' ancora od armatura di essa vengono le spirali di filo fasciato che su questa ancora stessa ravvolgonsi, e che sono quelle propriamente nelle quali la corrente elettrica si produce.

Abbiamo veduto in addietro, considerando le spirali ravvolte sulle braccia della calamita, essere il rame, il metallo più opportuno per tale oggetto (pag. 324), e come abbiansi ad usare questi fili lunghi e sottili quando si vogliono effetti d' intensità, corti e grossi all'opposto quando gli effetti di quantità sieno quelli che si desiderano (pag. 336) giovando meglio in tal caso l'argento, secondo Clarke. Una tale distinzione è importante nella disamina dei varii fenomeni della macchina magneto-elettrica, come è noto a' fisici; perchè quegli elementi che sono più favorevoli alla produzione di un effetto, non lo sono ugualmente per l' altro. Una spirale formata di un filo di rame della grossezza di mezzo millimetro circa, e lungo più di duecento metri aveva potenza di scuotere fortemenmente le braccia; ma in proporzione debole era la scintilla; altra spirale di un filo di rame grosso più di un millimetro, che non giugneva in lunghezza ad ottanta metri, aveva poca virtù scuotente, ma scintillava vivamente ad ogni interruzione.

Anche dagli sperimenti addietro citati del Gherardi si vede quanto influisca la lunghezza del filo spirale sulle correnti e sulle scintille magneto elettriche. Confrontando l' esperienza I con le altre II e III (pag. 361), tale influenza riesce sensibile, e si vede che fra i limiti di quelle esperienze, la maggiore lunghezza dava la corrente più intensa. È

da notarsi, fra le altre cose, che l'ancora attuata dalla calamita e circondata dal più lungo filo, eccitava in questo una corrente sensibile ad una distanza dalla calamita presso a poco doppia di quella a cui essa medesima ve la eccita negli altri due casi. Con la lunghezza del filo spirale vedevasi adunque essere intimamente legato, tanto il fenomeno della corrente che quello della scintilla magneto-elettrica. Riguardo al primo fenomeno, l'intero circuito aperto, percorso dalla corrente era formato di due parti, o di due circuiti non chiusi, che accuratamente debbono fra loro distinguersi. Il primo di questi circuiti è quello dell'ancora ed è il solo sopra il quale agiscono la calamita e l'ancora, ed il Gherardi proponeva chiamarlo *circuito eccitato*. L'altro circuito è quello del galvanometro ed è il *circuito conduttore*, quello cioè lungo il quale si propaga e si diffonde l'elettricità sviluppata sopra il primo, la quale benchè corra un solo momento, compie di certo in questo stesso momento molti giri interi del circuito totale e chiuso. Riguardo poi al fenomeno della scintilla questa distinzione non può aver luogo. Non vi è in questo caso che un solo circuito, tutte le parti del quale risentono più o meno l'azione della calamita e dell'ancora. Anche da questo solo si trae una ragione per la facilità della scintillazione delle novelle correnti, avuto riguardo all'ordinaria indicazione della loro forza che ne dà il galvanometro, la quale sembra molto piccola per dare luogo a questo fenomeno. Inoltre tutta l'elettricità che gira nel circuito intero, non può agire sul sistema mobile del galvanometro, giacchè il circuito dell'ancora dee, unitamente a questa, per necessità esser tenuto lontano dal sistema stesso: mentre tutta l'elettricità che corre, nel caso della scintilla viene a versarsi e a traboccare nel luogo dell'interruzione del circuito. A queste due ragioni se ne aggiugne forse una terza, più potente assai di esse per lasciar comprendere la facilità della scintillazione di queste deboli correnti, avuto riguardo alla loro piccola forza ed a quella assai maggiore delle voltaiche, non per altro scintillanti.

Le conseguenze della distinzione or ora fatta fra il circuito eccitato e conduttore, e quello semplicemente conduttore, potevano ricavarsi, secondo il Gherardi, da una formula, che era la seguente. Se L è la lunghezza del primo circuito, e l quella del secondo, $\frac{L}{L+l}$ esprimerà la quantità di elettrico che corre per l'unità dell'intero circuito, ossia l'intensità della corrente magneto-elettrica. Con lo stesso galvanometro, con una ancora, una calamita ed una distanza fra queste, identiche a quelle che si suppongono adoperate nel caso precedente, ma per un circuito eccitato L′ diverso da L, la predetta intensità sarà proporzionale a $\frac{L'}{L'+l}$. La relazione geometrica di queste due espressioni è $\frac{L}{L'}\left\{1-\frac{q}{L+l}\right\}$, facendo $q = L - L'$. Si vede tosto che la relazione delle lunghezze dei fili eccitati non è quella delle intensità delle correnti trasmesse ad uno stesso galvanometro. Secondo questa formula, se si rappresenta con 1 l'intensità di una qualunque delle correnti dell'esperienza II, nella quale il circuito eccitato è lungo 13^m, l'intensità della corrente corrispondente della I esperienza dovrebbe essere $1\frac{1}{2}$. Il Gherardi trovava che questo risultamento era abbastanza concorde con le indicazioni galvanometriche convenientemente valutate, benchè nella formula si fossero trascurati alcuni elementi, uno dei più influenti dei quali, se non nel precedente esempio, almeno in altri casi, è certamente quello delle

distanze delle spire delle varie eliche sovrapposte, dall' anima sottoposta di ferro dolce, le quali distanze van crescendo col moltiplicarsi delle eliche stesse. Questo fa che il filo più lungo abbia uno svantaggio rispetto al più corto, come se *l* per quello crescesse, e diminuisce al contrario *L*.

È pure ben lungi dal riuscire indifferente il modo come sono disposte le spirali sui cilindri dell' ancora od armatura della calamita, e basterà per provarlo il fatto seguente.

Il macchinista del Liceo di Venezia Francesco Cobres, essendo incaricato di costruire una macchina magneto-elettrica, formò un magazzino magnetico di dieci spranghe del peso di $7^{chil.},49$, della lunghezza di 27 centimetri, della larghezza di 13 e della grossezza di 6. Appena magnetizzata ciascuna spranga aveva forza più che sufficiente a sostenere sè stessa, ma ben presto perdeva del magnetismo, sicchè il magazzino più non sosteneva che $5^{chil.},15$. L' ancora era formata, come al solito, di una traversa con due braccia ad angolo retto alle cime, e sulle braccia eransi ravvolte le spirali, l' una diretta da sinistra a destra, e l' altra da destra a sinistra. Congiunse i capi di esse, ad esempio d' una macchina venuta da Londra, sicchè quelli vicini alla traversa erano insieme connessi, e quelli più lontani da essa andavano ai due pezzi sull' asse per le comunicazioni contigue od interrotte, come in addietro si disse. Con tale disposizione la scintilla era abbastanza vivace; ma le scosse riuscivano molto deboli, nè si poteva ottenere alcun chimico effetto. Esaminando allora il macchinista ciascuna delle spirali separatamente gli parve che se ne avessero effetti uguali se non maggiori di quelli che si ottenevano da entrambe riunite. Dolente il Cobres di vedere la sua macchina non corrispondere come doveva, e tornare inutile e quasi dannosa una delle spirali, imaginò il 5 settembre 1840 di avvolgere la spirale sulle due braccia dell' ancora, a quella maniera che si pratica per le calamite temporarie, e n' ebbe tosto vigorosissimi effetti.

Manifestato immediatamente questo felice risultamento allo Zantedeschi, attribuì questi la cagione del primo mal successo alle correnti indotte che camminavano sul medesimo filo in direzione opposta a quelle condotte, per cui movendosi le une in senso contrario delle altre, non si otteneva che la differenza degli effetti delle due opposte correnti. Trovò poi facile lo spiegare il buon effetto cui la fatta mutazione condusse, imperocchè l' ancora nell' affacciarsi con le braccia ai poli del magazzino magnetico diveniva una calamita temporaria, promovendo nella spirale una corrente elettrica pel magnetismo nascente ed una opposta pel magnetismo evanescente nell' atto in cui si toglieva dall' influenza dei poli magnetici, la quale idea era stata appunto quella che aveva condotto il meccanico esecutore a fare il suaccennato cangiamento. Ad oggetto di metterne la utilità in maggiore evidenza, e viemmeglio conoscere l' influenza delle varie disposizioni della spirale, prese lo Zantedeschi un' ancora della macchina magneto-elettrica fabbricatasi a Londra con le sue spirali, e vi fece aggiugnere due appendici terminate con occhietti, a fine di poter eseguire con viti di pressione tutti que' congiungimenti che fossero stati all' uopo richiesti. Le spirali dell' ancora della macchina magneto-elettrica erano disposte in guisa, che l' una era diretta da sinistra a destra, e l' altra da destra a sinistra.

Fatto servire da reofori il principio e la fine di ciascuna spirale, come indica la fig. 3 della Tav. XXVI, notò la vivacità della scintilla, e la scossa che ne provava ad ogni interruzione; e l' una e l' altra

talora gli parve fiacchissima, e quache volta anche nulla; ma disposte le cose come nella fig. 4, sicchè il principio dell' una spirale comunicasse con la fine dell' altra, ed i restanti capi tenessero luogo di reofori, la scintilla si rianimò ed apparve sensibile, e la scossa, di nulla o debolissima che era, si accrebbe di tanto da potersi con difficoltà sostenere.

Da tutto questo adunque si vede, che ove si abbiano macchine magneto-elettriche da costruire si avrà ad avvolgere il filo ad ambe le braccia dell' ancora come se fosse una sola spirale, al modo che si usa nelle calamite temporarie, ed ove se n' abbiano di già costruite si potranno rinvigorire disponendo i capi delle spirali a quel modo che si è di sopra indicato, e che appare dalla fig. 3.

È tuttavia da notarsi (fig. 4) che saldando i due fili di un' ancora P e Q in B, e i due R ed S in A, non si ebbe effetto di sorta; mentre sensibile appariva la scintilla nella disposizione indicata nella fig. 3. Con la disposizione dei fili a quel modo che indica questa figura ebbersi effetti speciali. Avevano diffatti notato così il Nobili come il Pianciani non provarsi la scossa nelle macchine magneto-elettriche se la corrente passi per la persona soltanto, ma bensì quando passa scintillando per altra via metallica. Lo Zantedeschi trovò che coi fili disposti a quel modo si hanno effetti distinti anche con la corrente che passa solo per la persona, provandosi una specie di oscillazione che per alcuni estendevasi dalle mani fino al gomito. Sottoponendo poi la persona alla induzione della corrente scintillante che passava ora in un senso ed ora nell' opposto per altra via tutta metallica le scosse riuscivano sensibili in alcuni individui fino allo sterno. Nei muscoli bicipite, deltoide e pettorale, la contrazione era sensibilissima, ed, accresciuto il movimento tanto da aversi un giro di manubrio in un minuto secondo, i muscoli delle mani e delle braccia passavano ad uno stato di irrigidimento in cui l'esercizio della facoltà motrice era sospeso. In questo caso si avevano in un minuto secondo sedici correnti, che operavano in un senso, e sedici altre che operavano nell' opposto. Ad un giro di manubrio corrispondevano otto giri dell' ancora. L' ago del galvanometro, che col lento movimento era spinto ora a destra ed ora a sinistra, secondo la direzione della corrente, col rapido moto di un giro di manubrio al minuto secondo, non piegava nè a destra nè a sinistra come avvertì ancora il Nobili; manifestando solo una specie di tremolio non dissimile da un moto intestino o molecolare.

I fili coi quali si fanno queste spirali sono isolati fasciandoli di cotone o meglio ancora di seta per impedire il contatto delle spire fra loro e con l' ancora, simile isolamento bastando ordinariamente per ritenere la elettricità eccitata dal magnetismo sulla via metallica delle spire, non avendovi allora scintille che nel luogo destinato all' interruzione del circuito. Nel caso però d' eccitamenti maggiori, come sono quelli operati da grandi calamite, la scintilla compare in altri luoghi e specialmente fra le parti nude dell' ancora ed il filo ad immediato contatto con essa dove l' isolamento è meno perfetto, per esservi interposta una sola grossezza di filo di seta, mentre ve ne ha due fra spira e spira.

Quanto a quella parte della macchina cui vengono a riferire gli estremi delle spirali e donde per conseguenza si fanno partire le correnti per condurle a produr quegli effetti che si desiderano, è primieramente da notarsi non essere certamente inutile l' usare ogni diligenza, perchè i reofori o capi dei fili, e tutti i fili stessi, sieno isolati dall' ancora e comunichino soltanto coi pezzi posti sull' asse ed isolati

come dicemmo. Per evitare poi i salti del filo a molla che preme sull' interruttore, riempionsi gli intervalli di esso con pezzi di vetro, di osso, di legno e simili sostanze coibenti, sicchè risulta un cilindro compiuto su cui sempre il filo poggia, ma ora sopra sostanze conduttrici ed ora no.

Notava inoltre lo Zantedeschi come delle otto correnti magneto-elettriche che si risvegliano in un giro delle due spirali per la virtù dei poli di un magazzino magnetico, solo due se ne mettessero a profitto nel sistema comunemente adoperato dai fisici per avere le correnti magneto-elettriche dirette nel medesimo senso; mentre le altre sei si risvegliavano e si estinguevano nel filo stesso senza effetto di sorta. Affinchè quindi tutte le otto correnti avessero a riuscire proficue e dirette nel medesimo senso, due modificazioni osservava ricercarsi nei reofori delle macchine magneto-elettriche delle officine di Londra; l' una che le appendici, le quali pescano nel mercurio avessero tale ampiezza, da chiudere il circolo con esso per tutto quel tempo che una spirale partendo dal centro di un polo magnetico giugneva al centro del secondo; perchè in questo intervallo hanno luogo due correnti, l' una nell' allontanarsi dal centro di un polo magnetico, l' altra nell' avvicinarsi al centro del secondo, le quali, nella dinanzi descritta disposizione de' fili, camminano nel medesimo senso; ciò ottenne con quattro archi di circolo, FE, DC, BA, GH, (fig 3): l' altra modificazione da farsi era, che le appendici metalliche le quali hanno a comunicare col mercurio fossero disposte in guisa che nella medesima vaschetta avessero a trasfondere sempre la medesima specie di elettricità; perchè un capo del filo di una spirale per la metà di un giro è positivo, e per l' altra metà è negativo: questo facilmente si ottenne con l' aggiunta seguente alla macchina magneto-elettrica.

Il cilindro K N (fig. 3) è formato di tre parti concentriche, e sono Z N Q, che è un grosso filo di ottone; T O P S, che è un cilindro cavo di legno, che va a forte sfregamento sul primo, pertugiato in C ed in H; e di un cilindro cavo di ottone U M N R, che si adatta parimenti con forte sfregamento sul secondo ed è pure forato nei punti L e V. Ora l' uno de' capi dei fili della spirale, cioè X, comunica in S con l' esterno cilindro metallico: e l' altro capo del filo Y comunica in Z con l' interno cilindro. Le appendici sono disposte a questo modo. D C e G H comunicano con Z N Q, e sono isolate da U M N R; F E ed A B all' opposto comunicano con U M N R, e sono perfettamente isolate da Z N Q.

Per questa guisa si ha sempre nella stessa vaschetta l' elettricità della medesima specie; poichè se per una metà di giro delle spirali, l' appendice C D è positiva, per l' altra metà di giro diviene *positiva* A B, ed è inversamente delle appendici FG e GH. Con questa disposizione dei reofori, stando come 1 a 8 i *diametri* delle due pulegge, quando il manubrio compie un giro, lo che può farsi in un minuto secondo, si sommano 64 correnti. Si vede potersi facilmente in questa disposizione sostituire il contatto di molle metalliche al mercurio.

Analoghi effetti avevano già ottenuto, come vedemmo all' articolo CALAMITA in questo Supplemento (T. III, pag. 148), Pixii e Botto mediante un commutatore simile a quello che per la sua macchina elettro-magnetica impiegava il Dal Negro.

Mediante la disposizione dallo Zantedeschi adottata, osservava egli particolari fenomeni dovuti alla circostanza del dirigersi sempre nel medesimo verso che facevano le correnti magneto-elettriche.

Ricordava specialmente la deviazione dell' ago magnetico che si poteva ottenere quasi ad indice fisso. Pel conseguimento di questo effetto collocava, nel modo già conosciuto, il galvanometro nel circolo elettro-magnetico. Se disse quasi ad indice fisso, perchè assolutamente immobile non appariva l'ago del galvanometro ; ma si vedeva una oscillazione molecolare o tremolio, che all' attento osservatore appalesava l' ago magnetico, e pareva dovuto al vario grado d' intensità delle correnti magneto-elettriche.

Gli elementi delle sostanze composte venivano con questa disposizione portati separatamente ai loro poli, come nell' apparato ad un solo dente ; ma la copia loro parve maggiore a tempi uguali, come si conobbe con una lunga serie di esperimenti comparativi.

Collocata una persona nel circuito della corrente magneto-elettrica principale , e mettendo in movimento l' ancora , vide che se si faceva percorrere al manubrio un quarto di giro per minuto secondo, ed anche mezzo giro nel medesimo tempo, non si trovava individuo che accusasse sensazione di sorta alle mani ; ma rendendo il movimento più celere, tutti quelli che si sottoponevano all'esperimento, provavano una serie di scosserelle, che a quando a quando veniva interrotta da una più forte. Questo modo di agire della macchina magneto-elettrica fece ricordare allo Zantedeschi quello che diceva il Volta del suo elettromotore, la virtù scuotente del quale attribuiva alla potenza che ha di somministrare in un tempo sommamente piccolo una quantità di elettrico che non potrebbero fornire le più possenti macchine a sfregamento. Si avrebbe adunque con la macchina magneto-elettrica una riprova sperimentale della sentenza voltiana la quale ammette che l'elettrico debba replicare velocemente i suoi urti per produrre la scossa ed una riconferma di quanto asseriva lo Zamboni, che la forza della scossa è in ragione composta della quantità e velocità dell' elettrico.

Messo il ponticello in modo far percorrere alla corrente magneto-elettrica una via tutta metallica, e sottoposte successivamente varie persone all' influenza d' induzione, impugnando al modo solito i grossi cilindri di ottone, non si potè rinvenirne alcuna che provasse effetto di sorte sensibile alla mano. La macchina magneto-elettrica a corrente semplice adunque, vuol essere distinta dalla macchina magneto-elettrica a corrente doppia precipuamente sotto l' aspetto fisiologico.

Questa infatti, come vedemmo, ha una potente virtù di scuotere con la corrente secondaria ; quella n' è affatto priva : questa con la corrente principale produce debolissimi effetti ; quella effetti molto sensibili.

Sapendosi come la spirale elettro-dinamica a magnetismo temporario rinvigorisca gli effetti fisiologici di un elemento voltiano, come più innanzi diremo, cadde in pensiero allo Zantedeschi di sperimentare se altrettanto avvenisse in quella magneto-elettrica ; ma per quante volte lo abbia tentato, non gli venne mai fatto di provare aumento di scossa o di scintilla ; anzi costantemente sperimentò infievolimento dell' una e dell' altra.

Si noti che nel compiere il circolo con la spirale elettro-dinamica, ora la persona n' era parte integrante, ed ora era sottoposta soltanto all' influenza della corrente secondaria d' induzione, stringendo in mano due grossi cilindri di ottone, che facevano parte del circuito magneto-elettrico, nel qual ultimo caso la perdita pareva riuscisse maggiore. Lo Zantedeschi avvisava però, che tali risultamenti dovessersi attribuire al rapporto che nasce fra la virtù debilitante del filo, e quella corroborativa della spirale elettro-dinamica e del ma-

gnetismo evanescente della spranga di ferro dolce inseritavi.

Riassumendo le osservazioni da lui fatte lo Zantedeschi concludeva con le seguenti avvertenze relative alla miglior costruzione delle macchine magneto-elettriche.

1.° Dovere la spirale essere avvolta all' ancora a quel modo che si pratica nelle calamite temporarie.

2.° Nelle macchine magneto-elettriche di Newman il principio dell' una spirale dover comunicare con la fine dell' altra, e gli altri capi tener luogo di reofori.

3.° Esser utile che i reofori sieno perfettamente isolati dall' ancora.

4.° Giovare che questa formi un solo sistema magnetico.

5.° I fenomeni fisiologici della corrente secondaria essere molto più cospicui di quelli della corrente principale doppia.

6.° Nel sistema a corrente doppia giugnersi ad avere nell' animale lo stato di rigore, e nel galvanometro niuna declinazione, ma solo un tremolio non dissimile da un moto intestino e molecolare.

7.° Potersi, nella disposizione dei reofori da lui adottata, facilmente sommare le correnti, mentre nella ordinaria disposizione non se ne sommavano in pari tempo che 32.

8.° Potersi avere con quella disposizione più pronte e sicure le deviazioni galvanometriche ad indice fisso.

9.° A tempi uguali, la coppia degli elementi portati ai poli essere maggiore di quella che si ha nel sistema ad un dente

La scossa della corrente principa- [illegible] molto sensibile, e la [illegible] della corrente secondaria [illegible] nei suoi esperimenti,

[illegible] dinamica a ma- [illegible] gli effetti

della macchina magneto-elettrica, mentre rinvigorisce quelli di un elettromotore voltiano di un piede quadrato di superficie

12.° I fili per le spirali più atti al rinvigorimento della scossa, non essere ugualmente idonei allo scintillamento, come già era stato determinato da' fisici.

Di una importante modificazione pare a chi compila quest' opera potere ancora essere suscettibili le macchine magneto-elettriche, e qui ci permetteremo di brevemente additarla.

Abbiamo detto come da principio Pixii facesse girare rapidamente la calamita di contro all' ancora e come Saxton *im*aginasse di far invece girare quest' ultima, che ha massa molto minore, lasciando immobile la magnete (pag. 335). Anche la massa dell' ancora non è piccola tuttavia, ed inoltre i capi dei fili di essa girando devono comunicare con fili stabili che scarichino le correnti. Questa comunicazione fecesi prima col mercurio poi con molle di pressione, ma talvolta, per la imperfezione dei contatti, manca l' effetto, e più sovente tramandasi affievolito di molto. Nacqueci quindi la idea di vedere se si potesse fare in guisa che nè la calamita nè l' ancora si muovessero, ma solo una parte leggera ed indipendente da ogni comunicazione, la quale valesse a mutare l' azione della calamita sul ferro dell' ancora ed a produrre con ciò le correnti. Questo effetto facilmente si ottiene facendo passare rapidamente pezzi di ferro laminato nel piccolo intervallo che separa i poli della calamita dall' ancora, bastando a tal fine disporre que' pezzi a distanza sulla circonferenza d' un disco e far girare questo rapidamente come al solito con un manubrio, due pulegge ed una fune eterna. È chiaro che ogni qualvolta entrerà un pezzo di ferro fra l' ancora e la calamita il magnetismo temporario della prima si indebolirà più o meno secondo la gros-

sezza e la massa del ferro interposto, e si avrà quindi effetto analogo a quello del distacco dell' ancora, e quando ne uscirà, il magnetismo dell' ancora aumentandosi darà l' effetto dell' attacco. Per conoscere se le azioni in tal guisa ottenute sieno di molto inferiori a quelle che coi soliti mezzi si hanno, avendo lo Zantedeschi voluto cortesemente procurarcene i mezzi, facemmo gli esperimenti che seguono. Prendemmo una macchina magneto-elettrica di Newmann, che è quasi affatto simile a quella di Voolrich in addietro descritta, la distanza fra l' ancora e le cime della calamita essendo di 3^{mm}. Posti in comunicazione nei soliti modi i due capi delle spirali di essa con un galvanometro, stando le braccia dell'ancora di contro a quelle della calamita, facemmo compiere all' ancora un quarto di giro, e notammo quale fosse la deviazione di distacco prodotta da quel movimento ; poi facemmo compiere un altro quarto di giro ed osservammo la forza della corrente per l' attacco. A termine medio da varie di tali prove ebbersi circa dodici gradi in entrambi i casi. Lasciata allora immobile l' ancora introducemmo fra essa e la calamita una lama di ferro grossa 2^{mm} che abbracciava un solo polo, e notammo la deviazione che ne risultò, poi la levammo notando del pari: la media di varie prove fu per ciascuna di queste correnti di 6 a otto gradi. Da questi fatti risultava aversi in tal modo un effetto alquanto maggiore di quello che dava il movimento dell' ancora, e non vi è dubbio che se si rifletta anche alla molto maggiore velocità che si può dare ad un semplice disco in confronto dell' ancora sempre molto pesante, è certo probabile che con rapida rotazione gli effetti divengano maggiori degli attuali. Esperimentato avendo coi due poli ad un tratto l' effetto fu di 10 a 12 gradi. Appagandosi d' avere le correnti alternate, le comunicazioni possono in tal guisa essere stabili, in caso diverso occorre porre sull' asse del disco un commutatore che stabilisca a tempo opportuno le comunicazioni coi capi delle spirali e coi fili scaricatori. La minor forza necessaria a muovere questa sorta di macchine magneto-elettriche ne dee rendere più comodo l' uso nei gabinetti, e ne accrescerebbe poi infinitamente la utilità se mai penetrassero nelle officine.

Effetti. Considerato avendo in qual guisa sieno successivamente andate mutando di forma le macchine magneto-elettriche, e come più comunemente si costruiscano in oggi, ed avendo altresì esaminate parte a parte queste ultime per indicare le speciali avvertenze che a ciascun elemento di esse si riferiscono, parleremo ora dei loro effetti, notando e da chi siensi avuti i principali primieramente, ed in qual modo abbiansi ad ottenere con le macchine dianzi descritte, e di qual forza relativamente ad esse risultino, parlando prima di quelli che dipendono dalla intensità poscia, degli altri che dalla quantità hanno l' origine.

Effetti fisiologici. Le rane poste nel circuito delle spirali avvolte d' intorno ai poli od alle ancore delle calamite all' atto dell' attacco e distacco si divincolano ed una tale scoperta è dovuta alla perspicacia dei fisici Nobili ed Antinori. Per ottenere queste contrazioni non è necessario adoperare calamite molto energiche come fa credere il Faraday, il quale dice non essere riuscto ad avere le convulsioni nelle rane se non se con una calamita naturale della forza di trenta libbre. Bastano anche calamite naturali od artifiziali della forza di poche once, come replicatamente se ne convinse lo Zantedeschi.

Da un corso d' esperienze fatte con una calamita artifiziale della forza di venticinque libbre, egli ottenne i risultamenti che seguono : 1.° messo il polo norte della

[illegible] la comunicazione col nervo della [illegible] si è sol col muscolo, mediante una [illegible] compiuto il circuito si ebbero sel[illegible] contrazioni tanto nell' attaccarsi [illegible] anche che nel distaccarsi; ma le [illegible] che avevano luogo nell' attacc[illegible] erano maggiori di quelle che [illegible] nel distacco; e negli stessi [illegible] contrazione che si manifesta [illegible] nell' ancora appariva molto [illegible] e per lo contrario vigorosa tol[illegible] spiccava quella che si otteneva [illegible] nell' ancora; e con replicati [illegible] giungeva a rendere nullo [illegible] che si otteneva nel distaccamento [illegible] mentre tuttavia sensibilissima [illegible] contrazione che aveva [illegible] nell' attacco; e [illegible] [illegible] modo che i nervi [illegible] [illegible] sui si i muscoli [illegible] [illegible] [illegible]

R S, imperocchè i muscoli delle braccia contraggonsi così violentemente da obbligare le mani a stringere i conduttori stessi senza poterli abbandonare. Ponendo i due fili congiuntivi di R S in M N la scossa è assai meno possente. Può modificarsi la scossa in varie guise scemando la velocità con cui si gira la ruota E, oppure accrescendo la distanza fra il magazzino A e l' armatura D, od anche facendo che s' interrompa il contatto della molla Q col pezzo H quando l' armatura D è orizzontale.

La figura 6 rappresenta due direttori guerniti ciascuno di un pezzo di spugna, da usarsi quando si voglia applicare la elettricità alla medicina. I fili congiuntivi applicansi allo stesso modo come quelli dei conduttori R S nella fig. 1 ; le spugne si inumidiscono con acqua acidula o salata, affinchè conducano bene la elettricità. Mediante questi direttori può darsi una serie di scosse precisamente là dove occorre, e possono essere queste modificate in tal guisa da renderne gli effetti tollerabili alle persone più delicate di nervi. Togliendo l' archetto T da M N e ponendo le cime di due pezzi di filo di ferro in loro vece, adattando l' altra cima di essi su due fori fatti in fianco alla calamita A, lasciando a questi fili sufficiente lunghezza acciò permettano all' armatura di girare in mezzo ad essi, se ponesi un dito bagnato sull' asse di ottone che porta l' interruttore H, ed un altro dito pure bagnato sul magazzino magnetico, si avrà una scossa ancora più dolce. Essendo la macchina così disposta se si guarda fra la faccia dell' armatura che gira ed il magazzino magnetico si scorgono vivaci scintille che sembrano saltellare nel mezzo. Questa luce vedesi anche frequentemente senza che i fili comunichino col magazzino magnetico. Alcune volte si vedono pure scintille fra le spirali F G Moltissimo influisce sugli

effetti fisiologici la velocità con cui si succedono le correnti. In generale sono questi effetti più energici di quelli prodotti dalle correnti voltaiche, e ciò probabilmente dipende dalla loro interruzione e dalla direzione alternativamente opposta dalle correnti.

Leopoldo Nobili, nella Raccolta delle sue Memorie, che pubblicò in Firenze nel 1834, esponeva la somma difficoltà che dovevasi superare per conseguire il sapore alla lingua ed il lampo agli occhi, e più innanzi aggiugneva, il fenomeno fisiologico sulla lingua non potere determinarsi che nel caso in cui abbia luogo la decomposizione degli umori di questo organo ; ma niente di tutto questo regge alla prova dei fatti. In un sistema nervoso-muscolare eccitabile i due indicati effetti hanno luogo agevolmente con apparecchi semplicissimi che non sono valevoli a dare indizio veruno di chimica decomposizione. Ai due poli di una calamita fatta a ferro di cavallo delle comuni della forza di dieci libbre, avvolte due spirali formate di filo di rame circondato di seta, l' una delle quali al polo norte aveva 44 spire, e l' altra 30 al polo sud, lo Zantedeschi provò ottenersi sapore da una persona al distacco ed attacco dell' ancora, e due altre, oltre al sapore ebbero pure il bagliore ; ed avendo aggiunte al polo norte 32 spire e 58 al polo sud, vedeva il vivo balenare di luce anche quello che dapprima non sentiva che il solo sapore. Questi suoi risultamenti comunicò nel gennaio 1835 all' Ateneo di Brescia, ed alcuni Socii di esso rinnovarono con piacere i due indicati fenomeni, ed ebbero in loro stessi una prova del diverso grado di eccitabilità nervoso-muscolare, dalla quale precipuamente ripetere si dee il riuscimento di tali effetti, e non dalla pura tensione e quantità di carica, come parve che pensasse il fisico di Firenze, il quale non ebbe gli indi-

cati fenomeni che cogli apparati più energici.

Effetti chimici. Si è già detto all' articolo CALAMITA di questo Supplemento (T. III, pag. 148), come Pixii e Botto fossero giunti mediante la corrente magneto-elettrica alla decomposizione dell'acqua e come mediante un commutatore si fosse giunti altresì ad ottenere separatamente i due gas che da quella azione risultano. All'articolo ACQUA di questo Supplemento medesimo (T. I, pag. 119), dicemmo in qual maniera operasse il Pixii. Il Botto ottenne pure allo stesso modo operando la decomposizione di varii sali, come del solfato di rame e dell' acetato di piombo. Nobili ed Antinori ripeterono anch'essi queste esperienze, e vollero eziandio esperimentare l' anello del Faraday avviluppato da due spirali, destinata l' una, come si sa, a ricevere la corrente d' una pila, e l' altra a svolgere la corrente per induzione nei due momenti in cui si chiude o si apre il circuito della pila. Le correnti indotte che ottennero da quest' anello furono fortissime, essendosi potute facilmente spingere agli 80 e 90° con l' azione di pile d'una forza discreta. Siffatte correnti producevano una decomposizione abbondante, com'era da aspettarsi; ma ciò che vi era di singolare, si era che quelle correnti ridotte alla forza di 20 a 30° non davano più segni sensibili di decomposizione, mentre questo risultamento è così sollecito e distinto con le correnti d' egual forza tratte dalle calamite elettriche. Confrontati però gli apparecchi al galvanometro videsi donde procedeva una tale singolarità. Si è infatti osservato che le correnti dell'anello del Faraday sono gagliardissime sinchè si mantengono sulla via metallica, ma tosto che si costringono a passare per conduttori umidi, perdono, in proporzione assai più che nol facciano le correnti delle calamite elettriche; il che vuol dire che queste calamite posseggono, a corrente eguale, una tensione maggiore di quelle dell'altro apparato.

Dopo questo si può conchiudere: 1.° Che le decomposizioni operate dalle correnti magneto-elettriche sono simili a quelle della pila, che trasporta gli elementi elettro-positivi da una parte, e gli elettro-negativi dall'altra.

2.° Che per la decomposizione è sempre necessario che le correnti elettriche uniscano alla condizione d'una certa continuità l' altra pure d' una velocità o tensione tale da non essere arrestate dai conduttori umidi.

La decomposizione dell' acqua si ebbe pure dal Nobili, come dicemmo, con le correnti risvegliate dal magnetismo temporario prodotto dalla corrente voltiana, e da Botto dalle correnti indotte dal magnetismo terrestre.

Con la macchina di Clarke decomponesi l'acqua facilmente, ottenendo gli elementi di essa in vasi separati o mesciuti. A tal fine si adopera quella disposizione che vedesi rappresentata nella fig. 7 della Tavola XXIV delle *Arti fisiche*. A è un vaso di vetro con un collo di ottone otturato da un pezzo di legno duro, attraverso al quale passano due fili di rame con pezzi di filo di platino saldati alle cime. Questi fili di rame terminano con l' altro capo in due vasellini *b b*, nei quali ponesi un po' di mercurio. Al di sopra dei fili di platino che emergono dal fondo del vaso A mettonsi due tubi di vetro, i quali sono ripieni di acqua acidula, simile a quella che vi ha nel vaso A. Si congiungono quindi mediante fili di rame, i vasi *b b* con le piastre M N, come indica la fig. 7, quindi si fa agire la molla Q sopra un interruttore ad una sola curva. Ottengonsi allora separatamente l' ossigeno in uno dei tubi e l' idrogeno nell' altro. Volendo ottenere i due gas riu-

niti basta sostituire un interruttore a due curve, come quello della fig. 3, mettendo in tal caso un tubo solo nel vaso A. I fili di rame che partono dal vaso A possono porsi direttamente nei fori delle piastre M N senza bisogno dei vasi intermedi *b b*; ma la disposizione indicata nella fig. 7 è migliore, perciò che il vaso A non risentesi dello scuotimento che provano i pezzi M N pel rapido girare della ruota E, e dell' armatura D della macchina. La fig. 8 rappresenta due piastre di platino C D cui sono saldati fili di rame che si congiungono con M N. Bagnando quei dischi con un qualche sale neutro questo si decompone, e l' effetto può rendersi manifesto, ponendo nel mezzo una carta preparata con tornasole od altro reagente, la quale si vede mutar di colore. Possono anche mutarsi gli effetti cangiando la posizione dell' interruttore H.

Il Pixii aveva dapprincipio riconosciuto che la decomposizione dell'acqua aumentava con la velocità di rotazione dell' ancora, cioè con la celerità con cui si succedevano le correnti magneto-elettriche. De la Rive fece importanti ricerche sulla influenza che tiene sugli effetti chimici delle correnti magneto-elettriche la velocità in cui si succedono. Trovò, per esempio, che per ottenere la stessa quantità di gas dalla decomposizione dell' acqua occorrono :

1050	correnti	quando	ve	ne	ha	14	al	secondo
462	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28
442	.	.	.	.	.	.	.	.	.	42
400	.	.	.	.	.	.	.	.	.	47
494	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52.

Questi numeri fanno vedere che la influenza della velocità con cui succedonsi le correnti, non dipende solamente dall' esservi un maggior numero di correnti in un tempo dato ; ma che la intensità speciale di ciascuna corrente prova un aumento considerevole. Mostrano inoltre avervi un limite oltrepassando il quale l' effetto diminuisce anzichè accrescersi ; ma il De la Rive non potè determinare la legge secondo la quale ha luogo il decremento. Questo effetto è una conseguenza necessaria dell' alternativa delle correnti ; allorchè la successione è rapidissima sussiste tuttavia l' azione in un senso all' atto in cui sopraggiugne quella che è diretta nell' opposto ; non vi dee essere adunque che la differenza delle due opposte forze divellenti.

Facendo passare le correnti magneto-elettriche per conduttori metallici, e liquidi trovasi che la resistenza provata da queste correnti, aumentando la lunghezza del circuito, qualunque ne sia la natura, è assai grande e molto maggiore di quella che provano le correnti di altre specie. Se il conduttore è eterogeneo la cosa è diversa la resistenza sembrando minore. L' acqua acidulata, per esempio, conduce egualmente bene queste correnti tanto se trovisi divisa in due o più scompartimenti mediante tramezzi di platino quanto se forma una massa continua.

Osservò, di più il De la Rive che l' aumento della superficie metallica del reoforo a contatto col liquido, indebolisce ed annulla l' azione chimica delle correnti magneto-elettriche, mentre aumenta quella della voltiana; questo è un effetto della tenuità della tensione; è necessario far iscorrere la corrente tutta ristretta perchè produca il richiesto effetto. Indagando poi

in vero quale influenza esercitino sulle correnti magneto-elettriche, la estensione e la forma del conduttore metallico che le trasmette nel liquido, trovò che mentre i gas sviluppansi abbondantemente quando i conduttori metallici erano lamine strette o semplici fili non si ha invece che poco o nulla di sviluppo di gas, quando questi conduttori, restando uguali tutte le altre circostanze, sono lamine di qualche estensione non minore di 4 a 8 centimetri quadrati. Se vissi a tal fine di soluzioni acide a varii gradi di concentrazione e di fili e lamine di platino, avendo posto nel circuito un termometro metallico. A misura che immergevasi nel liquido la lamina scemavasi lo svolgimento del gas, mentre invece con un filo aumentava la quantità del gas, insieme con la temperatura dell' elice. Dal momento in cui la lamina era in contatto con l' acido solforico diluito di 9 volte il suo volume di acqua, per una estensione di 450 millimetri quadrati non vi era più svolgimento di gas. Erasi raggiunto in allora il limite del massimo aumento nella intensità della corrente trasmessa, così che quando si tuffava la lamina non si aveva più calore nell' elice nè svolgimento di gas. Con un liquido più conduttore e con lamine di platino più grandi la temperatura dell' elice si innalzava a 93° senza che si potesse notare la menoma decomposizione nell' acqua acidulata. Questi risultamenti sembrano indicare gli effetti chimici e quelli calorifici delle correnti magneto-elettriche non succedere se non in quanto queste correnti sieno inceppate nel loro passaggio, e là solo dove ha luogo l' inceppamento. Nelle correnti voltaiche invece la quantità di elettrico produtta dalle pile, è così grande che non può mai scorrere interamente pei conduttori che ne riuniscono i poli, quindi se questi conduttori sono liquidi, qualunque sia l' estensione delle superficie metalliche immersevi, la corrente prova sempre una resistenza, donde ne segue una decomposizione chimica.

Il De la Rive medesimo osservò particolari fenomeni sulle superficie dei metalli che trasmettono correnti magneto-elettriche in un liquido conduttore. Adoperando fili di platino ed acqua acidulata ha veduto che, a lungo andare, diminuiva ed infine cessava lo sviluppo dei gas, senza che la corrente avesse diminuito d' intensità, e le parti dei fili state immerse nel liquido erano coperte di polvere nera che Liebig trovò essere non un ossido di platino, ma platino metallico grandemente diviso. Esaminata quella polvere De la Rive la trovò metallo puro, e vide che determinava la combinazione dei due gas idrogeno ed ossigeno. L' oro ed il palladio si coprivano pure di uno strato di molecole molto divise, servendo a far passare per un liquido la corrente magneto-elettrica. L' oro si copriva di una pellicola verde, il palladio di uno strato azzurro nerastro; e l' autore trovò questi pure allo stato metallico come il platino. Tali fenomeni comprovar sembrano secondo alcuni gli esperimenti originarii del Fusinieri, e mostrare che si tratti di urti meccanici, i quali, nell' alternativa di contrarie direzioni, svelgono dalle masse superficialmente le loro particelle vincendo la coesione. Il De La Rive però dubita che quell' effetto provenga dall' ossigeno e dall' idrogeno che fissandosi alternativamente sulla superficie dei metalli vi producono una successione sì pronta di ossidazioni e riduzioni che ne risulta una disaggregazione del metallo, come avviene nella galvano-plastica quando la corrente non ha la forza dovuta.

Sembrano concorrere a dimostrare la prima di queste ipotesi le esperienze fatte dal Marianini e dallo Zantedeschi, il primo dei quali assoggettando alle correnti magneto-

elettriche lamine d'oro e d'argento vide divenir quelle eterogenee talmente da produrre deviazione sensibile sul suo galvanometro. Il secondo osservò che due spirali, le quali, prima di essere sottoposte all'azione della corrente magneto-elettrica non valevano a scuotere la rana più sensibile, facevano dappoi balzare energicamente anche le meno sensibili.

Il De la Rive scoperse pure un'altro fatto singolare ed è che quando il conduttore che riunisce gli estremi dei fili, in cui le correnti magneto-elettriche sono sviluppate, è imperfetto, come un liquido che viene decomposto od un filo metallico abbastanza fino per essere riscaldato, allora le armature di ferro dolce sono fortemente attirate dai poli della calamita, quando con la rotazione vi passano davanti, e che tale attrazione cessa, quando il conduttore è perfetto, come un grosso filo di rame. De la Rive è di avviso che quando la corrente può liberamente stabilirsi, il magnetismo che acquista il ferro dolce sparisca e si converta in elettricità; lo Zantedeschi in quella vece pensa, che quando la corrente ha nel filo un libero sfogo, costituisca lo stesso in uno stato magnetico, che esercita la sua influenza su quello delle armature; per cui fra queste ed i poli della calamita non vi può essere, che una debole azione attrattiva.

Il Nobili osservò che, impiegando l'apparecchio di decomposizione disposto sopra una grossa gocciola di mercurio immersa nell'acido solforico se lo si regola in modo che una delle due punte tocchi leggermente la gocciola mentre l'altra sollevasi alcun poco sopra il centro di essa restando tuffata nell'acido, si ottengono le correnti sul mercurio ed una specie di leggero movimento di sussulto nel mercurio medesimo.

Abbiamo detto come la macchina orizzontale di Woolrich (fig. 1 a 8 della Tavola XXV delle *Arti fisiche*) fosse stata da lui destinata particolarmente alla decomposizione di quelle soluzioni saline che si usano nella nuova arte della galvanoplastica. Ecco in qual guisa si ottengano questi effetti con essa.

Allorquando si vogliono coprire con un qualche metallo le superficie di oggetti formati di un altro metallo o di leghe metalliche ponesi un vaso di terra che contiene la soluzione preparata nel debito modo vicino ai fili T ed U. L'oggetto di metallo da coprirsi, ben nettato, mettesi quindi a contatto col filo T, e si fa comunicare quello U con una piastra dello stesso metallo che contiene la soluzione. Tuffasi quindi l'oggetto su cui si vuole che avvenga la precipitazione, dopo che si è già immersa interamente od in parte la piastra congiunta col filo U, la parte di superficie di questa da immergersi dipendendo dalla grandezza dell'oggetto da coprirsi di metallo, avvertendo che l'oggetto e la piastra non si tocchino, benchè possano del resto essere posti molto vicini. Adoperasi una vite S (fig. 1) per regolare la distanza fra i poli P P della calamita, e le braccia dell'armatura D.

Essendo l'apparato magnetico nella posizione indicata dalle fig. 1, 2 e 3, e tutte le sue parti disposte come in addietro si disse, (pag. 338) si fa girare con una coreggia ed una carrucola di maggior diametro la ruota E, e per conseguenza l'asse C C con l'armatura D D, con le spirali di filo fasciato B B e con l'interruttore G. Generalmente il Woolrich faceva fare all'asse C C circa 700 giri al minuto, e la distanza fra le braccia dell'armatura ed i poli della calamita poteva variare da 3 pollici ad un centesimo di pollice, questa ultima essendo la minima distanza possibile per la rotazione. Il peso di metallo depostosi in un dato tempo variò secondo la distanza fra l'armatura ed i poli della

calamita, non che secondo il numero di giri dell' armatura e secondo il grado di concentrazione della soluzione adoperata.

I liquidi impiegati si preparavano dal Woolrich nei modi seguenti.

Prendeva 28 libbre *avoirdupoids* (12$^{chil.}$,70) della migliore potassa del commercio, e vi si aggiungono 30 libbre (13$^{chil.}$,60) di acqua, facendo quindi bollire il miscuglio in un vaso di ferro fino a che la potassa si era disciolta; versava quindi la soluzione in vasi di terra o simili lasciandovela fino a tanto che si raffreddava, vi aggiungeva 14 libbre (6$^{chil.}$,35) di acqua distillata, e filtrava, quindi faceva passare nel liquido del gas acido solforoso ottenuto con qualsivoglia dei soliti metodi, fino a che fossesaturato, avendo cura di non aggiugnere acido solforoso in eccesso. Questo liquore nuovamente filtrato era quello che il Woolrich chiamava il *solvente* o solfito di potassa.

Per preparare un liquore col quale coprire di argento la superficie di oggetti formati di metallo o di leghe metalliche Woolrich discioglieva 12 once (0$^{chil.}$,340) di nitrato di argento cristallizzato in 3 libbre (1$^{chil.}$,36) di acqua distillata entro un vaso di terra ben netto, ed aggiugneva alla soluzione, a poco per volta, il solvente dianzi mentovato, fino a tanto che si produceva un precipitato biancastro, avendo cura di non aggiugnerne più di quello che occorreva. Cessata la precipitazione decantava il liquido soprannotante, e lavava il precipitato con acqua distillata. Aggiugneva poi al precipitato stesso il solvente dianzi accennato nella quantità che occorreva per iscioglierlo, quindi una sesta parte di più, cosicchè il solvente rimanesse in eccesso. Agitava quindi il tutto e lo lasciava in riposo circa 24 ore, dopo di che filtrava la soluzione che era pronta per l' uso e formava il così detto *liquore da inargentare*.

Per coprire i metalli con l' oro, scioglieva 4 once *troy* (0$^{chil.}$,124) d' oro fino in un miscuglio di 11 once (0$^{chil.}$,342) di acido nitrico della gravità specifica di 1,45, 13 once (0$^{chil.}$,404) di acido idroclorico, della gravità di 1,15 e 12 once (0$^{chil.}$,373) di acqua distillata. Faceva evaporare e cristallizzare la soluzione, poi ne prendeva i cristalli, e gli scioglieva in una libbra di acqua distillata, precipitando poi l'oro con magnesia pura. Sciacquava quindi il precipitato, prima con acqua distillata resa acidula con acido nitrico, poi con acqua pura, quindi aggiugneva al precipitato il solvente o solfito di potassa acciò lo discioglieese, mettendone una quinta parte di più, affinchè fosse in eccesso: agitava il tutto insieme, lasciava 24 ore in riposo e filtrava la soluzione che era il *liquore da indorare*.

Per coprire i metalli col rame, scioglieva 7 libbre *avoirdupoids* (3$^{chil.}$,17) di cristalli di solfato di rame in 30 libbre (13$^{chil.}$,60) di acqua distillata, ed aggiugneva una soluzione di carbonato di potassa nell' acqua fino a che cessava la precipitazione: filtrava e raccoglieva il precipitato che lavava con acqua distillata, e metteva in un vaso di terra: vi aggiugneva poi il solito solvente, mettendone 1/3 di più perchè fosse in eccesso; agitava il tutto e lo lasciava per 24 ore in riposo, filtrando quindi la soluzione che formava il *liquore da inramare*.

La grossezza del velo metallico deposto sull' oggetto dipendeva dal tempo pel quale lo si sottoponeva all' azione dell' apparato magnetico nella soluzione; un sottile strato deponevasi in pochi secondi; ma volendo ottenere uno strato grosso occorrevano varie ore. Per porre in ordine l' apparato magnetico, era duopo accertarsi che i fili di rame T ed U fossero bene a contatto con l' oggetto da ricoprirsi. Per accertarsene Woolrich ricorreva al mezzo

seguente. Poneva in moto l' apparato magneto-elettrico, quindi introduceva le cime dei due fili T ed U in acqua acidulata con acido solforico, e se l' apparato era convenientemente disposto otteneva gas da uno dei fili soltanto, che era quello sul quale attaccavasi l' oggetto da coprirsi di metallo, unendo l' altro filo ad una piastra metallica, come dianzi si disse. Se l'oggetto da coprirsi non era di metallo bastava renderne metallica la superficie coprendola di piombaggine o con quegli altri mezzi che a tal fine possede la galvanoplastica. (V. PLASTICA).

La distanza cui si avevano a porre i poli della calamita dalle cime dell'armatura dipendeva dalla superficie dell' oggetto su cui si voleva precipitare il metallo; quanto più queste superficie erano grandi più vicina alla calamita si doveva porre l'armatura, e la distanza invece doveva aumentarsi quanto più era piccola la superficie dell'oggetto. Se si vedeva questa superficie congiunta all' apparato magnetico imbrunire ed acquistare un' apparenza fosca, o se si svolgeva gas durante la operazione, si regolava l' apparato mediante la vite S (fig. 1 e 2) in guisa da aumentare la distanza fra l'armatura ed i poli della calamita.

I vantaggi che l' inventore trovava in questa sostituzione delle calamite elettriche alla pila si era la maggior proprietà, non avendosi a far uso di acidi nè di sali, ed anche la economia, imperocchè quando l' apparato, che non era per sè molto costoso, era completo, poteva servire per un tempo illimitato, non essendo soggetto ad altra causa di distruzione che quella dell' attrito, per cui solo in capo a molto tempo poteva occorrere di rinnovarne alcune parti. Questo apparato inoltre aveva il vantaggio di potersi regolare con la massima certezza ed uniformità, sotto i quali due aspetti la pila voltaica è assai difettosa. La facilità con cui poteva essere moderato era pure molto notabile, potendo la stessa macchina servire per oggetti le cui dimensioni variavano da quella della capocchia di una spilla, a quella di un candelabro.

Effetti meccanici. Annovereremo fra questi, come abbiam fatto pel galvanismo, gli effetti simili a quelli che dall' elettricità comune si ottengono. A principio tanto il Faraday quanto il Nobili e l' Antinori fecero inutili prove per avere, cogli elettroscopi più sensibili che possegga la fisica, segni di tensione dalle disposizioni magneto-elettriche; ciò nulla ostante i due fisici italiani avvisavano non doversi per questo supporre, che non esistesse lo stato di tensione; perchè come si potrebbe imaginare nello stato attuale di nostre cognizioni, dicevano, una corrente elettrica sopra un circuito, senza un precedente effetto di tensione? In loro sentenza il niuno effetto si doveva attribuire alla debolezza e fugacità della corrente elettrica eccitata, adducendone in prova l' effetto dell' elettrico ordinario sopra gli elettrometri. Dopo le quali cose, conchiudevano bastare il solo fenomeno della scintilla per dimostrare a qual alto grado di tensione poteva salire l' elettricità ingenerata dal magnetismo; esser vero, che quella non era la *tensione primitiva*, da cui traeva origine la corrente; ma che in ogni modo era tensione; e poichè questa esisteva nel caso dell' interruzione del circuito, dicevano non potere negarsi la sua esistenza a circuito aperto, sebbene in grado molto più debole, ed in modo tale, per la sua fugacità, da non farsi sentire all' elettrometro. Il ragionamento de' fisici italiani fu comprovato dal felice successo, che Pixii ottenne col suo apparecchio *magneto-elettrico*, che fu di far divergere di molto le foglie d' oro del condensatore di Volta, come si disse all' articolo CALAMITA (T. III, di questo Supplemento, pag. 148).

Con la macchina del Clarke si può anche caricare una boccia di Leida. A tal fine si ravvolge un filo di rame intorno all' armatura esterna di essa (fig. 9 della Tav. XXIV delle *Arti fisiche)* e se lo congiunge con una delle piastre M N della base della macchina magneto-elettrica. Levasi la spugna dal direttore V, e si congiunge la cima del suo filo con la estremità dell' asse dell' armatura d' intensità, a quel modo che si vede nella figura. Prendesi in mano il direttore per la sua impugnatura di legno, e se lo fa toccare la palla dell' armatura interna della boccia di Leida per un momento soltanto, dipendendo la riuscita dell' esperimento dal prodursi una scintilla soltanto. Quando il direttore lasciasi sulla palla così che ottengansi due o più scintille dall' armatura non si riesce. Ponendo la palla della boccia di Leida a contatto con un elettroscopio molto sensibile a foglie d' oro vedonsi queste divergere; bastando un po' di pratica per ottenere questi effetti con sicurezza. La boccia è, a vero dire, caricata con assai debole intensità; ma Clarke trovò che se dopo che le foglie d' oro divergettero toccasi con la mano l' elettroscopio in guisa da scaricarlo, e fare che le foglie si riavvicinino, toccando poi l' elettroscopio con la palla della boccia, le foglie divergono con energia maggiore di prima, potendosi ripetere ben trenta volte l' esperienza di scaricare l' elettroscopio, e quindi produrvi una divergenza, con lo stesso effetto ogni volta, mediante una sola carica. Clarke non ispinse più oltre l' esperimento; ma sarebbe stato utile conoscere fino a qual punto avesse continuato il suo effetto. La boccia da lui adoperata era profonda 8 pollici, aveva 5 pollici e mezzo di diametro, ed era aperta alla sommità, essendo coperta di stagnuola per un' altezza di 6 pollici e mezzo.

Effetti calorifici. Abbiamo veduto come prima Faraday in un caso particolare, poi Nobili ed Antinori in Italia, e Forbes nell' Inghilterra con sicurezza, ottennero dalle calamite scintille. Con le macchine attuali le scintille succedonsi con tale rapidità che più non se ne discerne l'intermittenza, e queste scintille si hanno anche con la disposizione per la intensità, cioè con l' ancora guernita di fili lunghi e sottili, ma si ottengono molto maggiori con la disposizione di quantità, vale a dire con l'ancora a fili più corti, ma grossi, avendosi in tal caso anche gli altri effetti calorifici. In tal modo la macchina di Clarke produce in assai bella maniera la scintillazione dei fili di ferro e la ignizione di quelli di platino La fig. 4 della Tav. XXIV delle *Arti fisiche* rappresenta in qual modo questi effetti si ottengano. Adattando all' estremità dell' asse un pezzo a due punte, come nella fig. 11, le quali tocchino nel girare del mercurio sottoposto in comunicazione con l' altro polo dell' apparato si hanno bellissime scintille: allo stesso modo accendesi facilmente l' etere.

Ultimamente Watkins, dietro alcune esperienze, riuscì ad applicare la corrente indotta dal magnetismo ad accendere la polvere di cannone a grande distanza. *Questo* mezzo può tornare in molti casi assai più vantaggioso che l' uso della pila per l' accendimento delle mine.

De la Rive studiò l' influenza che tiene la velocità con cui succedonsi le correnti magneto-elettriche con gli effetti calorifici esse producono. Introducendo nel circuito un termometro metallico di Breguet convenientemente disposto, l' elice riscaldavasi di 7° quando vi erano due correnti alternativamente opposte al secondo; riscaldavasi a 53° quando ve ne era 9 nello stesso tempo, a 100° quando ve ne era 20, a 133° quando ve ne era 40, e che aumentando sufficientemente il numero delle correnti si giugneva altresì ad

arroventare un sottile filo di platino. Una corrente magneto-elettrica trasmessa, mediante due grandi lamine di platino, attraverso dell' acqua acidulata posta nel circuito innalzava la temperatura dell' elice a 82°. Lasciando tutte le cose nelle stesse condizioni e riunendo le due lame di platino con un filo metallico d' argento o d'altro, questa doppia strada che facilitava il passaggio della corrente non influiva sull'effetto calorifico di essa che continuava ad innalzare a 82° l' elice del termometro. Il filo congiuntore adoperato aveva il diametro di mezzo millimetro ed era lungo 45 centimetri. Facendo questo filo più lungo la temperatura dell' elice si abbassava e giugneva ad un minimo di 67° quando il filo era lungo 4 metri. Allungando questo filo ancora di più la elice tornavasi a riscaldare, e dando al filo una lunghezza di 12 metri tornava a 82°. Nulla di simile accade con le correnti voltaiche, imperciocchè le sorgenti donde emanano sono di tale intensità che se si aggiugne un secondo conduttore, anzichè ripartire la stessa quantità di elettrico fra questo conduttore ed il primo, ne scorre una quantità maggiore soltanto. Quando le lamine di platino sono assai piccole o quando in vece di esse adoperansi fili immersi nell' acqua acidulata, si osserva che la temperatura del termometro introdotto nel circuito si innalza a misura che scema il volume dei gas che si svolgono, giugnendo al suo massimo quando lo svolgimento cessa del tutto.

Molto importanti, e specialmente per l'aspetto pratico sotto il quale li considera, sono gli esperimenti recentissimi di J. P. Joule sugli effetti calorifici del magneto-elettricismo, e sulla forza meccanica necessaria per ottenerli. Dopo avere osservato come le correnti magneto-elettriche posseggano proprietà calorifiche al pari di quelle prodotte da altre sorgenti, egli stabilisce che, considerando il calore non come una sostanza particolare, ma come uno stato vibratorio, non sembra esservi ragione che non possa essere prodotto anche da una azione puramente meccanica, come è quella, per esempio, di presentare alcune spirali di filo dinanzi ai poli di una calamita permanente. Aggiugne che tutti gli esperimenti fatti su tale proposito fino ad ora riferironsi ad una parte speciale del circuito soltanto, lasciando sussistere il dubbio così se il calore osservato si generasse veramente nelle spirali in cui s'induceva il magneto-elettricismo, oppure se fosse soltanto trasportato in esse raffreddandole. Sembrava non improbabile questo ultimo effetto dietro alcuni fatti altrove da lui stabiliti, i quali parevano indicare che negli apparati voltaici accadesse una distribuzione anzichè una generazione di calore e dagli esperimenti di Peltier, nei quali il freddo prodotto pel passaggio della elettricità dal bismuto all' antimonio sembrava indicare un trasporto, e non una generazione di calore nelle coppie termo-elettriche.

L' armatura rotatoria con cui Joule fece i suoi sperimenti, consisteva in sei piastre di ferro battuto, lunga ciascuna 8 pollici ($0^m,203$), larga un pollice ed $\frac{5}{6}$ ($0^m,0285$) e grosse $\frac{1}{16}$ di pollice ($0^m,0025$), isolate l' una dall' altra con istrisce di carta oliata, poi strettamente legate insieme con un nastro di seta oliato del pari. Su questo fascio di piastre di ferro isolate erano ravvolte 21 giarde ($19^m,20$) di filo di rame, grosso $\frac{1}{18}$ di pollice ($0^m,0014$) ben coperto di seta che andava da un capo all' altro, poi retrocedeva, cosicchè ambo i capi riuscivano dalla stessa parte. Avevasi poi un tubo di vetro chiuso ad un capo, il quale conteneva questa calamita temporaria, e dell' acqua, i cui cangiamenti di temperatura dovevano indicare il calore od il freddo prodotti dalla corrente

indotta, mentre facevasi girare la spirale. Erasi disposto le cose per guisa che il tubo potesse girare orizzontalmente fra i poli di una calamita temporaria, le cime dei fili dell' armatura pescando in un commutatore a mercurio formato di due canaletti semicircolari. Erasi prese alcune precauzioni per evitare la radiazione ed il trasporto del calore. La calamita temporaria, fra le cui braccia era fatta girare l' armatura, nel primo sperimento era formata di alcune spranghe alcun poco curvate alle cime ciascuna essendo lunga una giarda e 6 pollici (1^{m},067) larga 3 pollici (0^{m},0762) e grossa mezzo pollice (0^{m},0127). Il filo ravvoltovi era grosso $\frac{1}{22}$ di pollice (0^{m},0013) ed era così disposto da formare un conduttore lungo 100 giarde (91^{m},44).

Ecco in qual modo Joule fece gli esperimenti. Avendo rimosso dal suo posto il pezzo girevole riempì il tubo che conteneva la piccola calamita temporaria composta, con 9 once e $\frac{1}{4}$ (276^{gr},4) di acqua. Agitando quindi questa acqua fino a che il calore vi si fosse equabilmente distribuito, se ne riconobbe la temperatura con un termometro delicatissimo, mediante il quale potevasi misurare un cangiamento di temperatura eguale a circa $\frac{1}{50}$ di grado di Fahrenheit. Un turacciolo coperto con alcuni strati di carta oliata venne cacciato a forza nella parte superiore del tubo e tenuto al posto da un filo che abbracciava il tutto ed era stretto con forza. Venne quindi riposto a suo luogo il pezzo girevole con la minore agitazione possibile, e se lo fece girare fra i poli della grande calamita temporaria per un quarto di ora, durante il qual tempo notaronsi diligentemente le deviazioni del galvanometro, e la temperatura della stanza. Finalmente una osservazione col termometro scopriva qualsiasi cangiamento avvenuto nella temperatura dell' acqua. Quantunque si fossero impiegati i mezzi migliori per impedire gli effetti di radiazione e di conducibilità del calore, tuttavia si trovò che l' acqua aveva perduto del calorico. Senza arrestarsi ad investigare la cagione di ciò, si adottarono mezzi per eliminarla dall' effetto generale, ripetendo ciascuna esperienza prima sotto la influenza della calamita induttrice poi fuori di questa influenza medesima.

Fecesi la prima serie di esperimenti cangiando le spranghe dianzi accennate in calamite temporarie, mediante la corrente prodotta da una batteria di Daniell a 6 vasi alti 25 pollici (0^{m},635) e del diametro di 5 pollici e mezzo. (0^{m},1397) e congiungendo i due canaletti del commutatore con un galvanometro guernito di una spirale di 5 giri del diametro di un piede (0^{m}.305) e di un ago lungo 6 pollici (0^{m},152). Il galvanometro era posto fuori dall' influenza della calamita temporaria, ed in ciascun esperimento si continuò la rotazione per un quarto di ora esattamente. La media di due esperimenti diede una perdita di 0°,05, quando la rotazione con la velocità di 600 giri al minuto facevasi fuori dall' influenza della calamita temporaria; quando invece operavasi la rotazione sotto la influenza della calamita, vi aveva un aumento di temperatura di 0°,05. Il risultamento, corretto dietro a ciò, dava adunque un aumento di calore di 0°,1 nella spirale girevole. Mediante una tavola, costruita dietro precedenti esperienze, la deviazione poteva mutarsi in quantità di corrente, chiamandosi *unità* quella quantità di corrente, la quale passando equabilmente per un' ora di seguito poteva decomporre un equivalente chimico espresso in grani. Il valore della deviazione dianzi indicata trovavasi su questa scala essere 177 della corrente.

Avendo così dimostrato la produzione del calore nella spirale, Joule rinnovò gli esperimenti con una calamita temporaria

più possente, la quale possedeva una forza di attrazione molto maggiore di alcuna altra mai dianzi eseguitasi. Era formata nel modo seguente. Tagliossi una piastra di ferro grossa mezzo pollice ($0^m,127$) della lunghezza di 32 pollici ($0^m,803$) e della larghezza nella parte di mezzo di 8 pollici, ($0^m,2032$) ed alle cime, vicino alle quali andavasi ristrignendo, di soli tre pollici ($0^m,0762$). Piegossi questa di una forma presso a poco simile a quella della lettera U, cosicchè la più breve distanza fra i poli era di poco più che 10 pollici ($0^m,254$). Presersi poi 22 fili di rame, ciascuno lungo 106 giarde ($96^m,926$) e del diametro di un ventesimo di pollice ($0^m,0013$) riunivansi congiunti in un fascio con fettuccia strettamente legata, pesando il tutto 60 libbre ($27^{chil.},20$), quindi questo fascio ravvolgevasi sopra il ferro, isolato anch' esso con una fasciatura di tela. Nel disporre la pila voltaica per questa calamita erasi procurato di rendere la conducibilità della pila quanto più era possibile uguale a quella della spirale, avendo Jacobi provato essere quella la disposizione più vantaggiosa. Dieci delle grandi pile di Daniell disposte in cinque serie di due coppie appaiate soddisfacevano assai bene a questa condizione, producendo nel ferro una forza magnetica superiore a quanto mai Joule aveva veduto dapprima. Riferisce i risultamenti di alcune esperienze fatte con essa per dare una idea della sua potenza.

1.° Una spranga di ferro larga 3 pollici ($0^m,0762$) e grossa mezzo pollice, ($0^m,0127$) alla distanza di $\frac{1}{16}$ di pollice ($0^m,0016$) era attratta ai poli con una forza equivalente ad un centinaio di libbre ($45^{chil.},34$); ad $\frac{1}{4}$ di pollice ($0^m,0062$) con la forza di 30 libbre ($13^{chil.},60$); a mezzo pollice ($0^m,0127$) con una forza di 10 libbre e mezza ($4^{chil.},76$); e ad un pollice ($0^m,0254$) con la forza di 4 libbre e 13 once ($2^{chil.},18$).

2.° Una piccola spranga di ferro lunga 3 pollici ($0^m,0762$) del peso di 148 grani ($9^{gr},59$) posta verticalmente sotto uno dei poli, sollevavasi ad una distanza di un pollice e $\frac{1}{2}$ ($0^m,0443$); un ago lungo 3 pollici ($0^m,0762$) e del peso di 4 grani ($0^{gr},26$) era sollevato alla distanza di 3 pollici e $\frac{1}{4}$ ($0^m,0825$).

Nella seconda serie di esperimenti nella quale la corrente magneto-elettrica veniva indotta nella spirale girevole da questa calamita temporaria così possente, adoperò un galvanometro ad un solo giro di un grosso filo di rame. I risultamenti generali di varie esperienze, dopo avere dibattute le perdite come prima e fatte le necessarie correzioni, furono una deviazione di $22°,49 = 0,902$ di corrente magneto-elettrica; ed un aumento di calore di $1°,84$ nella spirale.

Ottennesi una terza serie di risultamenti magnetizzando la stessa calamita temporaria con 4 coppie della pila, congiunte a due a due; la deviazione fu di $38°,45 = 0,418$ di corrente magneto-elettrica, e l' aumento del calore di $0°,45$.

La quarta serie rassomigliava alla seconda, eccettochè erasi omesso il galvanometro ed altre parti congiunte con esso, cosicchè si potè ottenere l' intero effetto del magneto-elettricismo; l' aumento del calore fu $2°,39$. In assenza del galvanometro si calcolò la quantità della corrente mediante la proporzione fra la resistenza che vi era nel circuito quale era allora, e quella che opponeva disposto come prima, e si trovò 1,019, che corrisponde a 0,902 della seconda serie delle esperienze.

Fecesi la quinta serie di esperimenti sostituendo alle calamite temporarie due calamite permanenti costruite con piastre sottili di acciaio, secondo il metodo raccomandato da Böttger (pag. 220). La loro forza attrattiva era abbastanza possente per vincere la gravità di una piccola chiave

ve del peso di 47 grani (3gr,0456) posta alla distanza di $\frac{1}{5}$ di pollice (0m,0031). Si ebbe una deviazione di 27°, 20 = 0,236 di corrente magneto-elettrica ed un aumento di calore di 0°,1.

Fecesi una sesta serie di esperienze allo stesso modo come la quarta, escludendo il galvanometro, e l'aumento del calore fu 0°,21. La relazione fra il circuito in cui era incluso il galvanometro, e quello in cui erane escluso essendo di 1,44 : 1, la quantità calcolata di corrente magneto-elettrica trovossi in tal caso di 0,34.

Per accertarsi se si producesse alcun calore nel ferro della calamita temporaria girevole, mediante le correnti elettriche di ciascuna lamina, fecersi esperimenti, i quali diedero 0°,28 per la quantità di calore svoltasi dal solo ferro.

Joule raccolse quindi i risultamenti delle precedenti esperienze ad oggetto di scoprire dietro quali leggi si regoli lo sviluppo del calore. La quarta colonna della tavola che segue contiene il calore dovuto alle correnti che circolano nel ferro soltanto ed è dedotta in base di una legge, che sarà provata più innanzi, cioè *che il calore svolto da una spranga di ferro che gira fra i poli di una calamita è proporzionato al quadrato della forza indultiva*. La colonna 5 dà il calore svolto dalle spirali della calamita temporaria soltanto. I risultamenti delle serie numero 5 e 6 non abbisognano di alcuna eliminazione, poichè in esse il ferro della calamita temporaria girevole era soggetto alla influenza delle calamite permanenti ugualmente in tutti gli esperimenti.

Serie degli sperimenti	Corrente magneto-elettrica	Calore svoltosi	Correzioni per le correnti nel ferro	Calore corretto	Quadrati dei numeri proporzionali a quelli della 2.ª colonna	Calore dovuto alla corrente voltaica delle intensità indicate nella 2.ª colonna	Numeri della 7.ª colonna moltiplicati per quattro terzi
1	0,177	0°,10	0°,02	0°,08	0°,062	0°,040	0°,053
2	0,902	1, 84	0 ,28	1 ,56	1 ,614	1 ,040	1 ,386
3	0,418	0 ,45	0 ,09	0 ,36	0 ,346	0 ,224	0 ,299
4	1,019	2 ,39	0 ,28	2 ,11	2 ,060	1 ,327	1 ,769
5	0,236	0 ,10		0 ,10	0 ,109	0 ,071	0 ,091
6	0,340	0 ,21		0 ,21	0 ,229	0 ,148	0 ,197

Paragonando i risultamenti corretti della colonna quinta coi quadrati del magneto-elettricismo dati nella colonna 6, manifestamente si vede che il *calore svolto dalla spirale della macchina magneto-elettrica è proporzionale, a circostanze uguali, al quadrato della corrente.*

La settima colonna fecesi in base ad alcune diligenti esperienze, nelle quali il calore svolto dalla corrente voltaica nel passare attraverso una piccola spirale risultò a termine medio di 5°,88 per 2.145 di corrente. Lo stesso dato servì al Joule per altri calcoli onde parleremo in appresso.

Avendo egli l' opinione che la corrente magnetica sia *pulsatoria* e quella voltaica *uniforme*, non credette poter paragonare la quinta colonna con la settima senza farvi prima una correzione. Esaminando diligentemente trovò che la corrente magnetica varia assai poco per tre quarti del giro della calamita temporaria; ma che l' altro quarto di giro, durante il quale la calamita temporaria mobile passa dinanzi ai poli di quella stabile, è interamente impiegato nel cangiamento della elettricità. Ne' suoi esperimenti tutto lo scorrimento della elettricità durante questo quarto di giro è impedito dalle divisioni del commutatore. Moltiplica quindi la colonna sette per $\frac{4}{3}$ ad oggetto di ottenere l' ultima colonna, che può allora paragonarsi con quella 5. Siccome tuttavia lo scorrimento del magneto-elettricismo, durante i $\frac{1}{4}$ attivi del giro non è affatto costante, ma cresce e diminuisce secondo che cangia la posizione della spirale in giro, così la colonna 8 è talvolta minore del vero. Facendo quindi un confronto delle colonne 5 ed 8, ritiene Joule provato all' evidenza da questi suoi sperimenti che *il calore svolto dalla spirale della macchina magneto-elettrica si regola sulle stesse leggi di quello che svolgesi dalle correnti voltaiche, ed è altresì nella stessa quantità, in circostanze paragonabili.*

Ad oggetto di conoscere il valore della facoltà riscaldatrice del magneto-elettricismo al di là della spirale Joule inserì nella disposizione adoperata nella seconda serie di esperimenti cinque a sei giarde ($4^m,5$ a $5^m,4$) di filo di rame grosso $\frac{1}{40}$ di pollice ($0^{mm},06$). La media di due esperimenti diede 0,298 di corrente magnetica e 0°,43 di calore. Una quantità di corrente voltaica uguale a 2,02 svolgeva nello stesso filo 12° di calore. Riducendo questa corrente a 0,298 si ha

$$\left(\frac{0,298}{2,02}\right)^2 \times 12° = 0°,261.$$

Questa, moltiplicata per $\frac{4}{3}$ come prima, diede 0°,348 ch' è meno del risultamento esperimentale, cioè 0°,43, come in fatto portava la teoria.

Diedesi in seguito Joule ad esaminare il calore che svolgesi dalle correnti voltaiche quando sono contrariate oppure assistite dalla induzione magnetica. Bastava per tale oggetto introdurre nel circuito magneto-elettrico una pila; girando poscia la ruota in una direzione si otteneva un effetto in opposizione a quello della corrente voltaica; girando invece la ruota stessa in altra direzione accrescevasi la intensità della corrente voltaica con l'aiuto del magneto-elettricismo. Nel primo caso l'apparato possedeva tutte le proprietà di una macchina elettro-magnetica; nel secondo presentava l' effetto opposto, vale a dire il consumo di una forza meccanica.

Fecesi una settima serie di esperienze, nella quale si usarono per la forza induttiva calamite di acciaio. Facendo passare attraverso la calamita temporaria girevole ed il galvanometro la corrente prodotta da due coppie della pila di Daniell, con

mezzi meccanici muovevasi la parte girevole dell' apparato in quella direzione che avrebbe preso se fosse stata mossa soltanto dalla forza della corrente che passava per essa. Il risultamento corretto diede 0,864 di corrente ed 1°,5 d' aumento di calore.

Nella ottava serie rimanendo le cose nello stato di prima si invertì la direzione in cui si faceva girare la parte mobile dell' apparato, così che la corrente magneto-elettrica si sommasse con quella voltaica, e ne accrescesse la forza. Il risultamento medio corretto diede 1,346 di corrente e 2°, 93 d' aumento di calore.

Nella nona serie invece delle calamite permanenti adoperossi una possente calamita temporaria, rimanendo le altre disposizioni come nella serie settima. La forza motrice dell' apparato era così grande in allora da farlo girare rapidamente malgrado l' attrito molto considerevole. A fine di dargli tuttavia la velocità necessaria era duopo aiutarne il movimento con le mani. Il risultamento medio corretto diede 0,848 di corrente e 0°,68 di aumento di calore.

Nella decima serie la calamita temporaria girava come nella ottava serie, in guisa che si unissero la corrente voltaica e quella magnetica per ottenere la somma degli effetti. Ottennesi 1,845 di corrente e 6°,06 d' aumento di calore.

Nella undecima serie non si faceva passare nella calamita temporaria girevole che la corrente di una sola coppia alla Daniell, e la rotazione facevasi in guisa da opporre le due correnti. Una velocità di 375 giri al minuto non diede deviazione galvanometrica, e neppure corrente per conseguenza; ma al crescere nella calamita temporaria 0°,12 di calore.

Quando nella dodicesima serie il numero dei giri portossi a 600 al minuto che era la velocità adoperata sempre dapprima, ebbesi 0,34 di corrente in una direzione opposta, e si sviluppò nella spirale 0°,45 di calore.

Intorno a questi esperimenti Joule dice che con una velocità di 600 giri al minuto il magneto-elettricismo era così intenso da superare la intensità di una sola coppia obbligando l' ago a tenersi permanentemente e stabilmente deviato per circa 9 a 10 gradi in direzione opposta. La superiorità del magneto-elettricismo sulla corrente voltaica prodotta da una sola coppia era assai bene dimostrata dalla scintilla al commutatore. Girando lentamente essa era chiara e scoppiettava; aumentando la rapidità del moto decresceva fino alla velocità di circa 370 giri al minuto, al qual punto cessava affatto. Tornava poi ad essere nuovamente visibile quando la velocità giungeva a 600 giri al minuto. Le più vivaci scintille ottenevansi quando la corrente voltaica era aiutata dal magneto-elettricismo, girando una macchina elettro-magnetica in direzione contraria alle forze di attrazione.

I risultamenti di queste esperienze sono raccolti nella tavola che segue. La correzione pel calore svolto dal ferro della calamita temporaria girevole è valutata a 0°,18, che è il prodotto di 0,028 per $(\frac{4}{7})^2$; perciò che negli altri esperimenti la grande calamita temporaria era eccitata da $\frac{4}{7}$ della pila usata quando si era ottenuto 0°,28. Non fu bisogno di alcuna operazione per quella serie, nella quale eransi usate calamite d'acciaio, attesochè queste rimanevano ai loro posti durante tutti gli esperimenti.

Serie di sperimenti.	Corrente magneto-elettrica.	Calore svoltosi.	Correzioni per la corrente nel ferro.	Calore corretto.	Quadrati dei numeri proporzionali a quelli della 2.ª colonna.	Calore dovuto alle correnti voltaiche delle intensità date nella 2.ª colonna.	Numeri della 7.ª colonna moltiplicati per quattro quinti.
7	0,864	1°,50	0°,0	1°,50	1°,291	0°,954	1°,272
8	1,346	2 ,93	0°,0	2 ,93	3 ,133	2 ,316	3 ,088
9	0,543	0 ,68	0 ,18	0 ,50	0 ,510	0, 577	0 ,503
10	1,845	6 ,06	0 ,18	5 ,88	5 ,886	4 ,351	5 ,801
11		0 ,12	0 ,18	0 ,06			
12	0,340	0 ,45	0 ,18	0 ,27	0 ,200	0 ,148	0 ,197

Si vedrà che questi risultamenti teoretici contenuti nella ottava colonna non sono tanto inferiori a quelli esperimentali della colonna 5 come nell' altra Tavola (pag. 388). La principale cagione deriva dalla unione dell' effetto costante della pila con la corrente variabile magneto-elettrica.

Joule osserva che dal confronto delle colonne sesta ed ottava con quella quinta si vede mantenersi sempre la legge del quadrato della corrente elettrica, sia che il magneto-elettricismo si opponga o si aggiunga alla corrente voltaica, e quindi stabilisce che il calore dovuto ad una azione chimica è soggetto ad un aumento o ad una diminuzione direttamente proporzionali alla intensità del magneto-elettricismo che favorisce o contraria la corrente voltaica. Abbiamo quindi, egli dice, nel magneto-elettricismo un agente capace di distruggere o generare calore con soli mezzi meccanici. Vedremo più innanzi come abbia tentato di connettere il calore e la forza meccanica con relazioni numeriche.

Per indagare in appresso quale fosse il calore svolto da una spranga di ferro fatta girare sotto l' influenza magnetica, Joule tolse dal tubo di vetro la calamita temporaria e vi sostituì un cilindro di ferro lungo 8 pollici (0m,203) e del diametro di $\frac{1}{12}$ (0,m0189). Nei primi esperimenti fatti in tal guisa, che formano la serie decimaterza, la grande calamita tempo-

raria era magnetizzata da 10 coppie della pila unite a due a due; erasi inserito nel circuito un galvanometro per conoscere la forza elettrica applicata per tale magnetizzazione. Ne risultò 9,85 di corrente ed 1°,31 d'aumento di calore.

La serie decimaquarta variossi usando sei coppie, pure unite a due a due, ed ebbersi 6,77 di corrente e 0°,56 di aumento di calore.

Una decima quinta serie con due coppie riunite della pila, diede 4,17 di corrente e 0°,16 di aumento di calore. I risultamenti vedonsi riuniti nella seguente tavola.

Serie di sperimenti.	Corrente adoperata per magnetizzare la calamita temporaria.	Calore svoltosi	Quadrati dei numeri proporzionali a quelli della 2.ª colonna.
13	9,85	1°,31	1,2290
14	6,77	0 ,56	0,5807
15	4,17	0 ,16	0,2203

Osserva Joule in appresso, come, tanto Jacobi che lui, abbiano osservato che la attrazione delle calamite temporarie l'una verso l'altra o per le loro armature è proporzionale al quadrato della forza elettrica, ed aggiugne che in una calamita temporaria il magnetismo è quindi semplicemente come la forza elettrica, e che per conseguenza i numeri della colonna seconda sono proporzionali alla forza magnetica temporaria; paragonando ora insieme le colonne 3 e 4 si vedrà che il calore svolto è come il quadrato della elettricità. Quindi Joule ne deduce la legge che *il calore svolto da una spranga girevole di ferro è proporzionale al quadrato della influenza magnetica cui trovasi esposta.*

Dalle precedenti esperienze Joule deduce che il calore svolto dalla rotazione delle sostanze non magnetiche sia proporzionato alla loro facoltà *conduttrice*; ma non fece alcun esperimento per tale proposito.

Avendosi provato che dalla macchina magneto-elettrica si genera calore, e che mediante la forza induttiva del magnetismo si può a volontà distruggere od aumentare il calore prodotto dai cangiamenti chimici, diviene un oggetto di grande interesse il ricercare se v'abbia una relazione costante fra questo calore e la forza meccanica perduta o guadagnata. Bastava per tale oggetto ripetere alcuna delle precedenti esperienze, osservando in pari tempo quale fosse la forza necessaria a girare l'apparato.

Venne questa calcolata osservando qual peso occorresse per ottenere la voluta velocità. Ripetendo la serie n.° 2 tro-

vossi che 4 libbre e 12 once ($2^{chil.},15$) scendendo con la velocità di 517 piedi ($157^{m},576$) in 15 minuti, davano la velocità normale di 600 giri al minuto, essendosi tolto ogni attrito od altra resistenza passiva; producevano 0,983 di corrente elettrica, eguale, secondo la prima delle tavole date in addietro (pag. 388) a $\left(\frac{983'}{902}\right)^2 \times 1°,56 = 1°,85$ di calore. Questo, corretto per la resistenza della spirale paragonata a quella dell' intero circuito, pel calore svolto dal ferro e per la scintilla al commutatore, dava 2°,46. Tale calore distribuivasi nella calamita temporaria, nel tubo di vetro e nell' acqua, quest' ultima soltanto pesando libbre 0,61 ($0^{chil.},276$). Fatte le debite riduzioni per riferire questo effetto ad una libbra di acqua ($0^{chil.},453$) si trovò che innalzando 4 libbre e 12 once ($2^{chil.},15$) all' altezza perpendicolare di 517 piedi ($157^{m},576$) poteva innalzarsi di 2°,74 una libbra ($0^{chil.},453$) di acqua, quindi 1° di calore per libbra di acqua equivale ad una forza meccanica capace di innalzare un peso di 896 libbre ($405^{chil.},95$) all' altezza di un piede ($0^{m},305$). Altri analoghi esperimenti si fecero, i quali diedero 1001 libbre ($453^{chil.},85$), 1040 libbre ($471^{chil.},12$), 910 libbre ($412^{chil.},59$), e 587 libbre ($266^{chil.},15$). Ad oggetto di evitare la complicazione degli effetti di questi esperimenti si ricorse ad una forma più semplice di eseguirli.

Invece di una calamita elettrica posesi nel tubo di vetro una spranga di ferro coperta con rame depositatovi mediante la galvanoplastica, e se la fece girare fra i poli della grande calamita temporaria magnetizzata da 10 coppie di Daniell riunite a due a due, che diedero per la decimasesta serie 1°,93 di corrente indotta; il medio aumento di calore fu di 2°,73. Per ottenere la forza meccanica necessaria a questo effetto fecersi esperimenti con dieci coppie della pila appaiate a due a due che diedero una corrente del valore di 7,91 e consumarono una forza meccanica uguale a libbre 4,2 ($1^{chil.},90$) innalzate a 517 piedi ($157^{m},576$); poi con una pila di 5 che diede 7,02 di corrente, e consumò una forza meccanica uguale a libbre 2,38 ($1^{chil.},79$). Calcolando su questi dati nell' un caso 742 libbre ($33^{chil.},63$) e nell' altro 800 ($362^{chil.},72$) innalzate ad un piede ($0^{m},305$) comunicherebbero un grado di calore ad una libbra di acqua.

Joule confessa avervi notabili differenze fra alcuni de' suoi risultamenti, ma non più grandi, egli crede, di quelle che si possono ragionevolmente attribuire ad alcuni errori fatti negli esperimenti, e proponesi di ripeterli con apparati più possenti e più delicati. Adottando il risultamento medio dei 13 esperimenti qui riferiti, stabilisce in generale: *La quantità di calore capace di innalzare di un grado di Fahrenheit la temperatura di una libbra* ($0^{chil.},453$) *di acqua essere uguale ad una forza meccanica capace di innalzare ad un piede* ($0^{m},304$) 838 *libbre* ($380^{chil.},45$) *e potere convertirsi in questa forza medesima.*

Due conclusioni deduconsi da questa connessione della convertibilità del calore e della forza meccanica l' uno nell' altra; la prima relativa all' ufizio delle macchine a vapore, l' altra alla pratica utilità dell' uso dell' elettro magnetismo siccome forza motrice.

1.° Da una tavola statistica data da Russel risulta che nelle caldaie ad Huel Towan la combustione di una libbra ($0^{chil.},453$) di carbone fossile di Welsh dà 183° ad un piede cubico ($28^{dec.cub.}$) di acqua. Ma noi abbiamo veduto che 1° è uguale a 838 libbre ($380^{chil.},45$) innalzate ad un piede ($0^{m},304$), quindi il calore svolto dalla combustione di una libbra ($0^{chil.},453$) di

carbon fossile equivale alla forza meccanica capace di innalzare 9,584,206 libbre (4,345,479$^{chil.}$) all' altezza di un piede (0^{m},305) o circa 10 volte più che non se ne ottenga dalle migliori macchine a vapore.

2.° Esperimenti fatti da Joule gli mostrarono che una libbra (0$^{chil.}$,453) di zinco in una pila di Daniell produce una corrente che può dare 1320° di calore, ed in una pila di acido nitrico dà una corrente che comunica 2200° ad una libbra (0$^{chil.}$,453) di acqua; quindi egli dice che *le forze meccaniche delle affinità chimiche le quali producono in queste disposizioni le correnti voltaiche sono uguali per ogni libbra di zinco* (0$^{chil.}$,453) *in un caso a* 1,106,160 *libbre* (501,533$^{chil.}$) *e nell' altro a* 1,843,600 *libbre* (835,888$^{chil.}$) *innalzate ad un piede* (0^{m},304). Siccome poi sarà impossibile praticamente di cangiare in forza motrice utile più che circa una metà del calore della corrente voltaica, così evidentemente risulta che le macchine elettro-magnetiche animate dalle pile usate attualmente non potranno vincerla sul vapore sotto l' aspetto economico.

Dietro le precedenti sue osservazioni Joule nota avere a ragione Rumford attribuito il calore che svolgesi nella foratura di un cannone all' ATTRITO (V. questa parola), e non ad alcun cangiamento nella capacità pel calore del metallo; dice aver egli stesso ottenuto svolgimento di calore dal passaggio dell' acqua per tubi di foro angusti, nella proporzione di 1° di calore per ogni libbra (0$^{chil.}$,452) di acqua, con una forza meccanica capace di innalzare 770 libbre (349$^{chil.}$) ad un piede (0^{m},305). Considera quindi che qualunque sia la forza meccanica impiegata si ottiene sempre un esatto equivalente del calore. Per riguardo al calore animale, il quale egli crede doversi riferire ai cangiamenti chimici avvenuti nel sistema vitale, dice che se un animale è occupato a girare le parti di una macchina o ad ascendere una montagna, a suo credere, in proporzione allo sforzo muscolare fatto per tale oggetto vi dovrà essere una diminuzione del calore svoltosi nel sistema vitale di esso da una data azione chimica.

Crede inoltre Joule che gli esperimenti fin qui ricordati valgano a spargere qualche lume sopra alcune sue viste intorno alla origine elettrica del calore delle azioni chimiche. Crede quindi in base ad essi potere stabilire non essere precisamente la attrazione od affinità, ma bensì piuttosto la forza meccanica prodotta dagli atomi nel cadere gli uni verso gli altri che determina la intensità della corrente, e per conseguenza la quantità di calore che si svolge. Si ha in tal guisa una semplice ipotesi con la quale si può spiegare perchè il calore svolgasi così liberamente dalla combinazione dei gas, potendosi considerare il calorico latente come una forza meccanica pronta ad agire a guisa di una molla caricata. Suppongasi, per esempio, che si uniscano 8 libbre di ossigeno ed una libbra di idrogeno, ambi in istato gassoso e che si facciano detonare. Il calore svolto sarà circa 1°, di Fahrenheit in 60,000 di acqua, lo che indica essersi consumata nella combinazione una forza uguale a circa 50,000,000 libbre innalzate ad un piede. Se l' ossigeno e l' idrogeno, dice egli, si potessero unire in istato liquido il calore della combinazione sarebbe minore di prima, perciocchè gli atomi nel combinarsi avrebbero a percorrere uno spazio minore. Lo stesso Joule confessa essere questa sua ipotesi molto ardita; ma crede doversi pervenire da ultimo a poter rappresentare tutti i fenomeni della chimica con esatte espressioni numeriche, in guisa da saper predire la esistenza e le proprietà dei nuovi composti.

Magnetizzazione. Il Faraday, il Nobili

ed il Pianciani ottennero pure dalle correnti elettriche eccitate dalle calamite, la magnetizzazione temporaria del ferro o permanente dell' acciaio, a quel modo che con le correnti della pila si pratica (V. CALAMITA TEMPORARIA). Il Pianciani fece di più intorno a ciò alcune utili osservazioni. Facendo passare la corrente prodotta dalla di lui macchina magneto-elettrica per un filo di rame che vestiva un ferro dolce curvato a ferro di cavallo, del peso di circa una libbra, divenne quello subito una calamita temporaria, e portò retto il suo proprio peso. Il ferro rimasto così per qualche tempo magnetico, anche cessata la corrente, ritiene il peso; ma se l' ancora cade o sia tolta, si trova privo a un dipresso d' ogni virtù magnetica. Ciò erasi pure osservato nel ferro calamitato temporariamente dalla corrente voltiana. Se la corrente magneto-elettrica d' induzione, che gira attorno al ferro dolce, muta ad ogni istante direzione, è sensibile alla vista ed anche all' udito un continuo oscillare dell' ancora collocata sopra una tavola ed avvicinata ai poli; e ponendo sotto questi una carta con un poca di limatura di ferro, si vede questa agitarsi e brulicare. Ma se la corrente va sempre in un verso, benchè sia necessariamente ad ogni istante interrotta, le oscillazioni non si osservano più o sono assai minori; i brevi interrompimenti, come pur or dicevamo, spesso non distaccano l' ancora; ma il rovesciarsi dei poli non può farsi senza che ognuno di essi passi per lo zero della virtù magnetica; e d' altra parte l' adesione generata dalle correnti alternate è affatto momentanea, nè ha tempo di rinvigorirsi. Se uno stesso filo di rame cinge due od anche sei spranghe di ferro dolce in forma di ferri da cavallo, tutte divengono calamite. Il Pianciani di più, contro quanto affermarono Moll e Dal Negro, comprovò che la corrente elettrica favorevolmente diretta aumenta la forza magnetica dell' acciaio calamitato; quindi saggiamente concludeva quanto più ha l' acciaio di forza magnetica, tanto meno essere atto a riceverne dalle correnti elettriche; e nulla riceverne se saturo di virtù magnetica; ma potere però diminuirsi questa, almeno temporariamente, con le correnti contrarie.

Oltre alle deviazioni galvanometriche, il Pianciani ottenne con le correnti magneto-elettriche i fenomeni delle attrazioni e ripulsioni di Ampère. Fece uso a tal uopo di un telaietto rettangolare, al quale era avvolto per cinquanta giri un filo di rame circondato di seta, e di un filo mobilissimo. Stabilite le comunicazioni avvicinava egli il telaietto al filo mobile; e secondo che le correnti erano dirette dalla medesima parte o nella contraria, aveva attrazione o ripulsione nel filo.

La fig. 5 della Tav. XXIV delle *Arti fisiche* indica la maniera di ottenere una piccola calamita temporaria mediante la macchina di Clarke, e la fig. 10 mostra in qual guisa si possano produrre movimenti rotatorii col magneto-elettricismo. A è una calamita verticale a ferro di cavallo posta sopra una base a due piedi B; C sono vasche anulari piene di mercurio; D è un telaietto di filo metallico con piccole ciotole alla sommità, per porvi una goccia di mercurio; E è un arco di congiunzione. Riempiendo di mercurio le vaschette anulari C, e stabilendo le comunicazioni, a quel modo che indica la figura, con la macchina ad un solo interruttore X ottiensi un movimento rotatorio continuo, la corrente andando sempre nel medesimo verso. Si può variare l' esperimento sostituendo il doppio interruttore H della fig. 3, essendo allora la corrente alternata. Un fatto singolare in questo esperimento si è la rotazione dei due telai di filo nella stessa direzione quantunque i passaggi della elettricità vadano da uno dei telai ad un

polo della calamita, e quindi dall' altro polo di questa all' altro telaio.

Al vedere come in questo apparato e negli altri a movimenti rotatorii od alternativi consimili, descritti all'articolo ELETTRO-MAGNETISMO si possa sostituire la corrente prodotta dalla calamita a quella della pila, nasce naturalmente il desiderio di cercar modo d' averli anche senza bisogno della pila nè di far girare la macchina magneto-elettrica, ma soltanto col mezzo di calamite permanenti stabili e convenientemente disposte. Si avrebbe in tal guisa un vero moto perpetuo in cui non sarebbe altro limite che il logorarsi delle parti e forse il perdere di attività delle calamite in capo ad un tempo lunghissimo, e questo oggetto solo per la singolarità sua, varrebbe l' opera di darsi a così fatta ricerca. Ad esso però non si limiterebbe la utilità dell' effetto, imperciocchè potrebbesi da questi movimenti medesimi trarre partito per mantenere continua, senza aiuto alcuno, l'azione della macchina magneto-elettrica, i cui effetti sarebbero allora interamente gratuiti ed importantissimi per conseguenza, fornendo, per esempio, un agente chimico, debole sì, ma continuamente operativo da sè senza briga nè spesa veruna.

Se fosse permesso a chi compila questa opera esporre una idea su tale proposito, parrebbe forse a lui non doversi disperar di ottenere questo effetto da qualche disposizione analoga alla seguente. Suppongasi la calamita A della fig. 7 della Tav. XXVI delle *Arti fisiche*, disposta orizzontalmente, essendo in mezzo alle sue braccia imperniata la spranghetta di ferro C. Suppongasi ravvolta intorno a questa spranghetta una spirale di filo di rame fasciato di seta, i cui capi *a b* pendano, essendo molto lunghi ed avvolti entrambi a spirale nella parte inferiore. Di contro alla imboccatura di queste spirali si supponga-no posti idue poli di una calamita, per tal modo che all' affacciarsi ad essi delle spirali vi producano correnti, sicchè la spranghetta C C ne venga magnetizzata ed acquisti poli dello stesso nome di quelli dei bracci della calamita A contro ai quali si trovano le sue cime. È chiaro che per la doppia ripulsione la spranghetta C C sarebbe fatta girare, e trarrebbe seco le spirali che pendono dai suoi capi. Queste spirali venendo allora di contro ad un polo diverso della sottoposta magnete vi si produrrebbero correnti in senso opposto di prima, per cui la spranghetta C C dovrebbe continuare il suo giro. Facendo le spirali in *a b* molto lunghe, unendole con telaietto leggero, adoperando calamite molto possenti al basso di esse, e variando opportunemente il collocamento dei poli di queste, ne pare potersi sperar di ottenere l' effetto desiderato, e si avrebbe una macchinetta assai semplice a moto perpetuo rotatorio, molto superiore e per semplicità e per costanza di effetto a quella del Zamboni che pure vedesi in tutti i gabinetti di fisica. Un dubbio però sorge contro questo effetto e nol celeremo: consiste nel timore che l' attrazione provata dalle *spirali* verso i poli della calamita sottoposta per effetto della elettricità che in esse sviluppasi tanto forte riuscisse da fare equilibrio alla azione ripulsiva della spranghetta C contro le braccia della calamita A; ma questo obbietto forse non sussiste o non è inevitabile ed utile sarebbe assicurarsene con l' esperimento, locchè non ci fu possibile di fare per non ritardare soverchiamente la stampa e pubblicazione di questi fogli.

Applicazioni. Importanza grandissima ci sembra dover avere, quando che sia, il magneto-elettricismo pel progresso delle arti industriali, in quanto che può dare, come abbiamo veduto, que' fenomeni tutti che procura la pila, e le utilità dei quali abbiamo enumerate all' articolo GALVANI-

smo. Mentre quegli effetti si hanno dalla pila in compenso del sacrifizio di certe quantità di metalli e di acidi che si distruggono, formando altre particolari combinazioni, e della cura di mutare ogni qualvolta occorre siffatti liquidi e metalli; nelle macchine magneto-elettriche invece si ottengono semplicemente col mezzo di un certo consumo di forza. A quel modo adunque che per conoscere fino a dove si estenda la vera utilità pratica della pila nelle arti, conviene porre a confronto gli effetti che essa produce con le spese che cagiona pel consumo di materiali, e per la mano d'opera necessaria a quelle cure che in essa richieggonsi; così nelle macchine magneto-elettriche è duopo confrontare il consumo di forza che occorre per metterle in moto, coi vantaggi che recano, il qual conto non sappiamo essersi fatto se non se in qualche parte negli sperimenti di Joule riferiti qui addietro (pag. 392) nè forse potrebbe farsi tuttora con sufficiente esattezza, essendosi costruite le macchine magneto-elettriche finora in dimensioni limitate e piuttosto per esperienze di gabinetto che altro. Ad ogni modo, anche indipendentemente da quesiti dati, si vede non dovere abbisognare grande forza per muovere siffatte macchine, massime movendo un semplice disco, secondo la modificazione da noi suggerita invece dell' ancora (pag. 374), e poter quindi tornar utili senza dubbio in molti casi quando vi si applichi una forza quasi gratuita, come sarebbesi quella di una caduta d' acqua o di una corrente di essa, od anche una forza non molto costosa, come quella del vapore là dove il combustibile non risulti ad assai caro prezzo. In molti di questi luoghi il costo dei materiali per la pila e le delicate cure che esige ne renderebbero forse impossibile l'applicazione. Nella pagina precedente (396) esprimemmo eziandio la speranza che si possa giugnere a risparmiare anche del tutto la forza facendo che le macchine facessero da sè le opportune interruzioni invenzione che sarebbe della più alta importanza per le arti. Ad ogni modo è certo una vera conquista per l' industria il solo avere trovato il mezzo di ottenere da una forza meccanica quei possenti effetti chimici, calorifici, magnetizzatori e fisiologici che prima si avevano soltanto coi mezzi chimici, non potendosi che assai poco valutare quelli che si avevano dalle macchine elettriche per attrito attesa la limitata loro azione, e la fragilità loro, inerente alla ordinaria maniera di costruirle.

All' articolo CALAMITA, più volte citato (T. VIII di questo Supplemento, pag. 150) additammo alcuni degli usi cui ci pareva che potessero servire le calamite elettriche. Si è ivi suggerito di adoperare la scintilla ch' esse producono a rendere più sicuro che con l' elettroforo o col platino spugnoso l' accendimento del gas idrogeno nella lucerna del Volta, ed avemmo la soddisfazione di vedere il nostro suggerimento adottato, e con buon successo in Toscana da Corrado Wolf che presentò una macchinuccia costruita su tale principio nella prima esposizione di oggetti di industria fattasi nelle sale dei Georgofili l'anno 1838. Accennavamo ivi altresì poter forse le scintille convenientemente moltiplicate tornar utili anche semplicemente per la luce che diffondono; la decomposizione dell' acqua, e le altre chimiche azioni notavamo poter tornar utili principalmente adoperate in grande od anche soltanto qual mezzo di saggio di alcune sostanze. Finalmente dicevamo poter anche essere utili le macchine magneto-elettriche per averne calamite temporarie. Nel presente articolo abbiamo veduto come il Woolrich applicasse in vero utilmente l' azione chimica del magneto-elettricismo alla galvanoplastica, e quali vantaggi rico-

nascente in questa applicazione. Vedemmo altresì come Wheatstone riunisse insieme parecchie calamite a guisa di batterie, e adoperasse queste nei suoi TELEGRAFI *elettro-magnetici* (V. questa parola) dispensandosi così dall' obbligo incomodissimo di tener sempre allestita una pila per trasmettere segnali quando che occorre. Pegli usi medici questa macchina si raccomanda e per la facilità di trasportarla assai maggiore che quella della pila; e per essere sempre pronta ad agire anche dell' aria più umida, e per la esattezza con cui si può accrescere o diminuire la forza della scossa. Combina quindi i vantaggi della macchina elettrica e della pila, evitando i difetti di entrambe, cioè per la prima il bisogno di un' aria asciutta, la difficoltà del trasporto e la fatica che costa il metterla in moto, e per la seconda l' incomodo e la spesa cagionati dall'acido e dal liquido che occorrono per farla agire.

Ripetiamo che per accrescere interesse a molte di queste applicazioni sarà duopo perfezionare, e forse costruire dietro nuove viste le macchine magneto-elettriche; ma non è a dubitarsi che ciò si farà agevolmente quando agli studi dei fisici quelli si aggiungono dei tecnologhi.

Teoria. Circa alla causa principale degli effetti elettrici che dalle calamite si ottengono, tutti i fisici sono d' accordo oggidì nel riconoscerli come dovuti ad una induzione, abbandonata essendosi quella idea che avevano alcuni che fossero di trasfusione, contro la quale opinione stanno principalmente gli esperimenti fatti dallo Zantedeschi, e da noi ricordati a (pagina 323), nei quali osservò non sopprimersi nè diminuirsi grandemente le correnti separando le spirali dai poli delle calamite con tessuti ravvolti fino a 22 doppii.

Lenz cercò eziandio di stabilire la teorica delle macchine magneto-elettriche, senza la quale il costruttore di esse non può stabilire il diametro più vantaggioso dei fili se non che con prove ripetute o dietro l' esempio di altre macchine le quali agiscano a dovere. Fece le sue considerazioni sulla macchina di Clarke, da noi già descritta, e dopo averne spiegato gli effetti ed i cangiamenti che vi recano le modificazioni fatte nelle sue parti o nelle relazioni fra loro, e dopo una profonda discussione, conclude il più importante problema nella costruzione delle macchine magneto-elettriche essere il seguente: di quale natura essere dee il filo da impiegarsi per la spirale elettromotrice a fine di produrre il massimo effetto quando vogliasi condurre mediante una macchina, una corrente di induzione attraverso un dato conduttore?

Primieramente si vede doversi scegliere un filo che sia di un metallo il miglior conduttore possibile, e Lenz trova il rame essere il più adattato a tal fine, poichè unisce ad una grande conducibilità un prezzo moderato, mentre i metalli molto più cari di esso, come l' oro e l' argento, non sono gran fatto più conduttori *(a)*. Ritiene quindi aversi a far uso di un filo di rame ed a questo si applicano tutte le sue ricerche ulteriori. Resta a determinarsi quale abbia ad essere il diametro di questo filo per ottenere il massimo effetto. Le condizioni variano quanto a ciò secondo il modo come si unisce il filo delle spirali dei due cilindri induttivi di ferro: vi hanno due casi diversi che il Lenz esamina successivamente; quello in cui le spirali sieno poste l' una accanto all' altra, e quello in cui sieno l' una al di sopra dell' altra. Vedremo a quali risultamenti finali sia il Lenz pervenuto.

(a) Questa opinione del Lenz è contraria a quella di Clarke espressa alla pag. 336 secondo la quale l' argento sarebbe da preferirsi, massime pegli effetti di quantità.

Supponendo che a sia la lunghezza di ciascuno dei cilindri avviluppati dalle spirali; b il suo diametro; c la grossezza che si può dare allo strato sottile dei fili, grossezza che dipende dalla distanza che vi ha fra i cilindri e da alcune altre particolarità di costruzione; x il diametro del filo da determinarsi; $x + \delta$ quello del filo di fasciatura; e supponendo inoltre che ogni cilindro sia guernito di filo in modo eguale e conforme dell'altro, è facile trovare col calcolo la lunghezza del filo per ciascun cilindro. Alcune semplici operazioni conducono il Lenz alla formula $\frac{a\,c}{(x+\delta)^2}(b+c)\,\pi$ che dà in vero la lunghezza del filo.

Ora se prendesi per unità della resistenza alla conducibilità quella di un filo o di un cilindro di rame della lunghezza dell'unità di misura adoperata che è una linea del piede inglese, e dello stesso diametro, la resistenza di conducibilità L del filo per ciascun cilindro essendo in ragione inversa dal quadrato del diametro del filo, sarà $L = \frac{a\,c\,(b+c)\,\pi}{x^2\,(x+\delta)^2}$.

Per valutare poi la forza elettro-motrice prodotta nelle spirali, il Lenz parte da leggi da lui precedentemente trovate cioè: 1.° Che la forza elettro-motrice è per tutti i fili la stessa; 2.° che è proporzionale al numero dei giri; 3.° che è la stessa qualunque sia il diametro dei giri; 4.° che è la stessa qualunque sia il diametro del filo. È bensì vero che Lenz medesimo fece in appresso vedere subire queste leggi alcune modificazioni pei giri che si avvicinano all'estremità dei cilindri; ma queste modificazioni sono insignificanti, specialmente in fatto di induzione, come quando si tratta della macchina di Clarke, e si possono trascurare senza timore. Partendo adunque dalle leggi anzidette e chiamando A la forza elettro-motrice delle spirali ravvolte sopra un cilindro, si avrà, chiamando p la forza elettro-motrice che il magnetismo produce in un solo giro,

$$A = p\,\frac{c}{x+\delta}\,\frac{a}{x+\delta} = p\,\frac{a\,c}{(x+\delta)^2}$$

p dipende dalla forza della calamita, dalla forma, dalla disposizione e dalla duttilità del ferro del cilindro induttivo; ma questa quantità per una data macchina rimane sempre la stessa a qualunque grandezza possa giugnere x.

Per determinare poi la forza della corrente F nel conduttore sul quale si agisce col mezzo di A e di L, dietro le leggi di Ohm, è chiaro primieramente dovere questa corrente consistere in due uguali porzioni prodotte da ognuno dei due cilindri e ciascuna di queste porzioni essere $= \frac{1}{2}$ F. Per conoscere questo $\frac{1}{2}$ F si ricorre a due leggi che vennero dimostrate da Ohm e Fechner per le correnti idro e termo-elettriche, e da Lenz per quelle magneto-elettriche, e sono le seguenti:

1.° Quando una corrente galvanica dividesi in due conduttori lo scompartimento ha luogo in ragione inversa dalla resistenza di conducibilità.

2.° La resistenza di conducibilità in un filo il quale formi due conduttori che corrano l'uno accanto all'altro o in un circuito paralello, allorquando questa resistenza per una di queste porzioni è $= l$ e quella dell'altra $= l'$, è uguale a $\frac{l\,l'}{l+l'}$.

Prendendo queste leggi per base dei suoi calcoli Lenz giunse alla espressione della corrente totale:

$$F = \frac{2\,p\,c\,a\,x^2}{a\,c\,\pi\,(b+c) + 2\,\lambda\,x^2\,(x+\delta)^2}$$

nella quale λ indica in unità la resistenza del filo conduttore.

Per trovare in seguito il diametro che dà la corrente più energica, si determina

x dietro la equazione $\frac{d\,F}{d\,x} = 0$ e si trova per questa quantità la condizione seguente

$$x^3\,(x+\delta) = \frac{(b+c)\,c\,a\,\pi}{2\,\lambda}.$$

Questa formula prova primieramente che il diametro del filo per l'effetto massimo dee variare col conduttore λ, e che il filo dee essere tanto più fino quanto più il corpo è cattivo conduttore della corrente che dee percorrerlo. Questo risultamento era già stato osservato da quelli che scoprirono siffatte macchine, le quali vedonsi perciò guernite di parecchie spirali elettro-motrici.

Per ben fissare le idee è duopo fare tre esperimenti, vale a dire arroventare il platino, decomporre l'acqua e produrre scuotimenti nel sistema nervoso, poscia, prendendo per base la macchina di Clarke onde il Lenz si è servito, determinare col calcolo la costruzione più vantaggiosa di questa macchina. La prima prova ha luogo con una debole resistenza di conducibilità, la seconda con una resistenza media, e la terza con una grande resistenza. Con esperienze magneto-elettriche fatte particolarmente per questo oggetto,

Lenz trovò per $\lambda\ \lambda'\ \lambda''$ i valori seguenti, nei quali la unità pei numeri qui appresso è relativa ad un cilindro di rame del diametro di una linea e di una linea di lunghezza.

1.° λ o la resistenza del filo di platino coi fili che vi sono uniti, nello stato di incandescenza del platino, $= 37680$.

2.° λ' o la resistenza dell'apparato per decomporre l'acqua, lo che nella macchina di Clarke succede con 4 di acido solforico in 100 di acqua in volume, $= 2445600$.

3.° λ'' o la resistenza del corpo umano quando le due impugnature dell'apparato di Clarke sono tenute a piene mani, essendo queste bagnate, $= 21732600$.

Di più l'apparato diede i numeri seguenti.

$a = 17{,}5$ linee inglesi; $b = 13$ linee; $c = 5$ linee per le spirali di filo grosso; $c = 4\frac{1}{2}$ per le spirali di filo sottile; $\delta = 0{,}1$ linee pel filo grosso; $\delta = 0{,}05$ pel filo sottile. Prendendo per λ e λ' il valore di $c = 3$ e di $\delta = 0{,}1$, e per λ'', $c = 4{,}5$ e $\delta = 0{,}05$, mediante la formula suddetta, che dà l'effetto massimo, si giugne alle equazioni delle condizioni seguenti pel diametro più vantaggioso.

Per λ . . . . . $x^4 + 0{,}1\ x^3 = 0{,}1312$
Per λ' . . . . . $x^4 + 0{,}1\ x^3 = 0{,}00101111$
Per λ'' . . . . . $x^4 + 0{,}005\ x^3 = 0{,}000005464$

donde si deduce

Per λ . . . . . $x = 0''',58$
Per λ' . . . . . $x = 0\ ,16$
Per λ'' . . . . . $x = 0\ ,039$

Per $\delta = 0$ si ottenne $x = 0{,}596$
. . . . . $x = 0{,}179$
. . . . . $x = 0{,}0483$.

Ora il grosso filo della macchina di Lenz aveva un diametro di $0''',6$ e quello sottile un diametro di $0''',05$; il primo era quindi eccellente pegli esperimenti di incandescenza, ed il secondo un po' troppo grosso per agire sul sistema nervoso; in vero col primo la incadescenza era così forte da giugnere fino alla fusione del filo; le scosse con le mani umide col secondo erano tanto forti che nessuno aveva potuto sostenerle, e che nelle esperienze procuravasi sempre di avere le mani ben asciutte. Quanto alla decomposizione dell'acqua convenne preparare una terza

spirale media fra le altre due per produrre il fenomeno con qualche intensità; tuttavia anche le due ultime spirali producono questa decomposizione.

Lenz esaminò poscia l' errore che può risultare quando siasi supposto $\delta = 0$; dimostrò che in questo caso le sue formule si semplificano di molto e conducono ad importanti risultamenti, cioè che la grossezza più vantaggiosa del filo elettromotore per agire sopra un conduttore è quella in cui la resistenza delle spirali è uguale alla resistenza del conduttore sul quale agiscono, regola che conviene a tutti gli apparati idro-elettrici non che a quelli termo-elettrici, con la sola avvertenza che questa legge riesce esatta soltanto quando l' avvolgimento del filo non sia molto considerevole.

Risulta ancora dalle formule in questo caso che la forza della corrente nella costruzione più vantaggiosa delle spirali è in ragione diretta del coefficiente p, il quale dipende dall' azione della calamita sull' armatura; in ragione diretta della radice quadrata della lunghezza a del cilindro che ne è ravvolto; in ragione inversa della radice quadrata della resistenza di conducibilità del conduttore sul quale si agisce; e che la corrente è tanto più forte quanto più grande è la grossezza c dei giri, e quanto più piccolo è b, cioè quanto più strettamente è ravvolto il filo sul cilindro induttivo di ferro.

Converrebbe ora determinare dietro quali condizioni il coefficiente p giunga al suo massimo, vale a dire dietro quali il magnetismo del cilindro di ferro riesca più considerevole nell' interno delle spirali elettromotrici; mancano i dati per tale oggetto, sapendosi soltanto che il ferro si calamita più fortemente quanto più è duttile, e che la grossezza dei cilindri e la loro lunghezza devono dipendere dalla forza e della forma della calamita che li magnetizza: quali relazioni sussistono per tale riguardo soltanto con l' esperienza si potrà stabilire.

Esaminò il Lenz anche il secondo caso, quello cioè in cui le spirali elettromotrici sieno poste l' una dietro l' altra, i fili di queste spirali non essendo l' uno accanto l' altro, ma l' uno dopo l' altro, per guisa che la corrente di induzione passi prima nell' una delle spirali poscia nell' altra e percorra in fine il conduttore λ; fece vedere che le sue formule abbracciano perfettamente queste circostanze, massime quando si trascuri l' avvolgimento del filo, e che anche in questo caso, per la costruzione più vantaggiosa dell' apparato, la resistenza delle spirali elettro-motrici essere dee uguale a quella del conduttore che dee percorrere, e che nelle macchine elettro-magnetiche è indifferente affatto di sapere in qual maniera dispongasi la combinazione dei fili delle spirali induttive quando si cangia semplicemente la grossezza del filo.

Rinforzo della pila. Abbiamo fino a qui considerati gli effetti elettrici del magnetismo siccome prodotti da quello soltanto; ma vi è un' altra classe di fenomeni non meno importanti, benchè in essi il magnetismo non faccia che venire in aiuto, per dir così, al galvanismo, e rinvigorirne gli effetti. Siccome tuttavia questo genere di azione del magnetismo è strettamente legato con quelli della induzione elettrica, così non possiamo parlarne senza prima aggiugnere qualche notizia sul modo di comportarsi di questa induzione medesima, oltre quanto si è detto agli articoli GALVANISMO ed INDUZIONE, ed a quanto si avrà a dirne all' articolo PILA.

I fenomeni di induzione risultano da un' azione notabilissima che le correnti esercitano sui corpi conduttori, per isvilupparvi altre correnti particolari nel momento in cui questi corpi avvicinansi alle

correnti oppure se ne allontanano. Questi fenomeni vennero scoperti da Faraday nel 1831 e meritaronsi grande attenzione, e per la loro importanza teorica e per la numerosa serie di fatti di cui spiegavano il principio. All' articolo GALVANISMO in questo Supplemento (T. X, pag. 307) e meglio ancora a quello INDUZIONE (T. XIV, pag. 353) si è veduto quali leggi seguano queste correnti, principalmente in quanto riguarda la loro direzione e la loro intensità. Si è detto altresì come agli effetti di queste induzioni si accrescesse potenza impiegando lunghi fili ravvolti a spirali così che le elici di queste agissero le une sulle altre. Nobili nel maggio 1832 fece conoscere prima di ogni altro come si possano ottenere scintille da una sola coppia voltaica facendo entrare nel circuito un lungo filo metallico piegato ad elici, senza del quale non si aveva alcun effetto sensibile. Nel luglio dello stesso anno Henry, degli Stati Uniti d'America, annunziava nel giornale di Silliman di avere avuto anche scosse nelle stesse circostanze del Nobili. Questi fatti tanto importanti trascuraronsi fino agli anni 1835, 1836 nei quali ritornarono a studiare quei fenomeni, lo stesso Henry, Page, Faraday, Sturgeon ed altri.

Eccitando in fatti moderatamente una copia voltaica di piccole lamine, ed usando un filo piccolo e corto per connettere le ciotole di mercurio ad esse corrispondenti, non si scorge alcuna scintilla o soltanto una assai piccola aprendo od interrompendo il circuito. Tuttavia se si aumenta la lunghezza del filo congiuntivo, la scintilla diviene proporzionalmente più brillante fino a che, per l' estrema lunghezza, la resistenza offerta dal metallo conduttore comincia a controperare. Se si prendono due uguali lunghezze di filo e l' una ravvolgasi ad elice, e l' altra si lasci disciolta naturalmente, e se si adoperano successivamente l' una dopo l' altra per congiungere le ciotole di mercurio di una piccola pila, scorgesi molta differenza nella grandezza della scintilla data da ciascun filo quando si interrompe il circuito. Supponendo di 60 piedi la lunghezza di ciascun filo quello lasciatosi sciolto dà una scintilla assai poco vivace, mentre invece il filo piegato ad eliche produce una grande e vivace scintilla acccompagnata da scoppio. Per rendere ancor più evidente quel fatto, prendesi un centinaio di piedi di filo fasciato e lo si curva nel mezzo, in guisa che ivi comunichi con l'elettrometro; ravvolgesi una metà di esso ad eliche e l'altra si lascia distesa, ed usando alternativamente or l' una or l' altra come filo congiuntivo si trova che l' elica dà la scintilla più forte.

Questi effetti dipendono evidentemente da alcune influenze della corrente sul filo conduttore e la scintilla prodotta quando le ciotole dell' elettrometro congiungonsi con un filo corto, può considerarsi come prodotta solamente dalla forza diretta della pila. Che l'aumento della scintilla quando si fa il filo più lungo non debba dipendere da alcun effetto analogo al momento della elettricità che vi circola e che produca in conseguenza i suoi effetti solo all' istante in cui la corrente si arresta, si ha una prova al vedere la stessa lunghezza di filo produrre effetti molto diversi, secondo che è semplicemente disteso oppure piegato ad elice, o forma lo involucro di una calamita temporaria. Come adunque spiegare questi fenomeni? A tale ricerca risponde il Faraday.

In nove serie di ricerche sperimentali egli vide che se si stabilisce una corrente in un filo e disponesi paralello ad esso un altro filo, il quale formi un circuito completo, al momento in cui si arresta la corrente nel primo inducesi nell' altro una corrente nella stessa direzione, il primo dando una debole scintilla; ma se si apre

il circuito del secondo filo, la interruzione del primo vi induce una corrente e nella medesima direzione producendo una forte scintilla.

Tuttavia questa forte scintilla che si ottiene da un solo filo lungo o piegato ad eliche al momento della interruzione del circuito, equivale alla corrente che si sarebbe prodotta in un filo vicino se questa seconda corrente lo avesse permesso. Considerando adunque i fenomeni come risultamenti della induzione di correnti elettriche si possono comprendere i veri effetti dei fili corti, dei fili lunghi, delle elici e delle calamite temporarie. Se si osserva la azione induttiva di un filo lungo un piede sopra un filo laterale di ugual lunghezza, la si troverà molto debole; ma se considerasi la stessa corrente in un filo lungo 50 piedi indurrà desso una molto energica corrente al momento di compiere o di interrompere il circuito in un altro filo vicino, lungo anch' esso 50 piedi del pari, ogni piede successivo del filo aumentando la somma dell'azione; si vede per la ragione medesima dover aver luogo lo stesso effetto quando il filo conduttore è quel medesimo nel quale si forma la corrente indotta: ecco per qual motivo un filo lungo dia una scintilla più vivace che uno corto al momento dell' interruzione del circuito, benchè conduca meno bene la elettricità.

Se il filo lungo piegasi ad elice riesce ancor più efficace nel produrre scintille e scosse alla interruzione del circuito, perciò che le azioni induttive reciproche dei vari giri si coadiuvano fra loro, aumentandosi grandemente la somma dell' effetto.

Ripetendo i begli sperimenti del Faraday che lo condussero alle precedenti conclusioni, Noad volle distinguere gli effetti delle correnti forti da quelli delle più deboli, sopra lunghe spirali di considerabile estensione di superficie. Prese a tal fine due lastre sottili di rame, lunghe ciascuna $4\frac{1}{2}$ piedi e larghe 26 pollici, e le tagliò in istrisce larghe un pollice, saldò insieme tutte le lunghezze e formò una sola spirale con la striscia risultatane, avendo in tal guisa una spirale continua formata d' una striscia di rame lunga 234 piedi. Al principio della spirale, e ad intervalli di 25 piedi in tutta la sua lunghezza erano saldati fili che sporgevano di circa due pollici e sostenevano piccole ciotole per porvi del mercurio. Mediante tale disposizione si poteva condurre la corrente attraverso quella lunghezza della striscia che si voleva, da 234 a 25 piedi, e col mezzo delle ciotole col mercurio potevasi esaminare l'effetto prodotto sopra una parte del filo dall' azione di una corrente elettrica condotta per un' altra parte di esso. Nel descrivere alcuni degli sperimenti fatti dal Noad con questa spira, distingueremo le ciotole indicando come segue le loro posizioni sulla spirale, che

corrispondono a lunghezze di $\frac{1}{1}$ | $\frac{25}{2}$ | $\frac{50}{3}$ | $\frac{75}{4}$ | $\frac{100}{5}$ | $\frac{125}{6}$ | $\frac{150}{7}$ | $\frac{175}{8}$ | $\frac{200}{9}$ | $\frac{234}{10}$ piedi.

1.° Fattasi la comunicazione con la ciotola 1 del polo positivo di una coppia voltaica formata d' un cilindro della capacità d' una foglietta *(pint)* ed eccitata con acido solforico diluito, e tuffato il filo che costituiva il polo negativo successivamente nelle ciotole 2, 3, ecc., la scintilla andò crescendo d' intensità fino alla ciotola 4; apparve la stessa in quella 5; poscia andò decrescendo fino al 10, dove la scintilla era molto minore e minore altresì lo scoppiettio da essa prodotto: parve adunque che il massimo effetto si producesse con quella pila quando la corrente aveva attraversato fra i 75 ed i 100 piedi.

2.° Adoperando una coppia voltaica a cilindro della capacità di mezza foglietta, non apparve differenza sensibile nella gran-

dezza della scintilla per le ciotole 4, 5, 6, 7, 8, essendo però più grande e più brillante in quelle che nelle altre 2, 3, 9 e 10, nelle quali parve in tutte quasi uguale: con un paio di lamine di circa un quarto della superficie di prima non vi fu differenza nella grandezza ed apparenza della scintilla dopo la seconda ciotola, riuscendo dessa così brillante in quella 3 come nella 10.

3.° Adoperando una coppia di lamine ciascuna di due pollici quadrati la scintilla riuscì più brillante nelle ciotole 9 e 10 che in quelle 4, 5 e 6; con una coppia d' un pollice quadrato, la differenza riuscì ancor più notevole; con una coppia di mezzo pollice quadrato era debole nelle ciotole 2, 3, 4, dopo le quali si andò aumentando riuscendo molto maggiore a quelle dieci. Con una coppia di $\frac{1}{4}$ di pollice ottennesi alcune volte un piccolo scoppiettio accompagnato da scintilla nelle tre ultime ciotole; ma la scintilla prodotta nelle prime sei era decisamente più piccola e meno brillante.

4.° Prendendo una coppia di $\frac{1}{8}$ di pollice producevasi la scintilla in tutte le ciotole, debole in quelle 2 e 3, ma vivace in quelle 7, 8, 9 e 10, e più grande e brillante specialmente in quella 10.

5.° Presersi strisce di rame e di zinco lunghe mezzo pollice e larghe $\frac{1}{10}$ e tuffaronsi nel liquore acidulato, quindi congiungendole con la spirale ebbesi la scintilla in tutte le ciotole, ma più brillante in quelle 8, 9 e 10; tagliatesi quindi le striscie a metà ed interrompendo rapidamente il circuito si ebbero scintille nelle ciotole 5, 6, 7, 8, 9 e 10, solo accidentalmente talvolta in quella n.° 4, e non mai nelle altre 2 e 3. Ridottesi allora le strisce a circa $\frac{1}{6}$ di pollice di lunghezza ed $\frac{1}{20}$ di larghezza ebbersi alcune scintille in quelle 9 e 10, ma non mai nelle altre ciotole.

6.° Prendendo un grande calorimotore nettato recentemente e fortemente eccitato con acido nitrico, avevansi le scintille più brillanti e più grandi alla ciotola 2; lo scoppiettio era molto forte, e sentivasi distintamente in una stanza al basso di una scala, tuttochè ne fosse chiusa la porta ed anche quella della stanza in cui facevasi l' esperimento; ogni qualvolta s' interrompeva il circuito era forte come la scarica di una grande boccia di Leida; la scintilla era assai vivace, e svolgeva dal mercurio molti vapori. Questi effetti diminuivano rapidamente mano a mano che il filo congiuntivo andava avvicinandosi alla fine della spirale, e nelle ciotole 8, 9 e 10 le scintille non erano più brillanti nè più forti di quelle prodotte dalla pila del cilindro della capacità di mezza foglietta.

7.° La scossa non cresceva in questo apparato al pari della scintilla. Quando uno dei conduttori d' ottone afferravasi con la mano destra, e lasciavasi permanentemente nella ciotola 1, e l' altro conduttore, preso con la mano sinistra, tuffavasi successivamente in ciascuna delle altre ciotole, nelle quali un assistente interrompeva rapidamente il circuito *con la pila*, adoperandosi il grande calorimotore, si ebbero i risultamenti che seguono.

8.° Il conduttore della mano sinistra essendo nella ciotola 2 ed interrompendosi la comunicazione di essa con la pila, la scintilla era assai debole; nella ciotola 3 riusciva più forte ed andava crescendo fino al 10, dove era abbastanza energica per propagarsi fino al gomito; ma la scintilla e lo scoppettio di essa erano più intensi nella ciotola 2 e meno in quella 10, quindi parve che la scossa seguisse una legge inversa della scintilla.

9.° Tenendo il conduttore della mano sinistra in una ciotola vicina a quella nella quale s' interrompeva il circuito, ed essendo quindi fuori del circuito medesimo della

corrente, come, per esempio, in quella 3, mentre s' interrompeva il circuito in quella 2, la scossa andò crescendo come prima verso la fine della spirale, e mantenevasi permanentemente uguale in quella 6, interrompendo il circuito in qualunque delle altre ciotole; in quelle 2, 3 e 4 la scossa sentivasi distintamente, ed andava crescendo fino a quella 9.

10.° Fecesi quindi passare la corrente, stando i conduttori immersi nelle ciotole 1 e 10 da quella 2 a quella 9; poi da quella 3 a quella 8; poi da quella 4 a quella 8; poi da quella 5 alla 6; si provò la scossa in tutti i casi, più forte quando la corrente andava dal 2 al 9 e più debole quando andava dal 5 al 6.

11.° Si congiunsero poscia i fili della pila con le ciotole 1 e 2, ed i conduttori si tuffarono in quelle 3 e 4; poscia in 1 e 3, mentre i conduttori erano in 4 e 5, e così via seguitando; ma non sentironsi scosse neppure quando i fili della pila erano nelle ciotole 1 e 8 ed i conduttori tuffati in quelli 9 e 10.

12.° Benchè tuttavia non si fosse potuto ottenere la scossa direttamente da questa disposizione pure la esistenza di una corrente secondaria veniva facilmente provata dal galvanometro, quando il filo positivo della pila era in 1 e si toglieva dal contatto il filo negativo in 2, un capo del galvanometro essendo in 3 e l'altro in 10; l' ago veniva fortemente deviato in una direzione che indicava il passaggio di una corrente nello stesso verso della corrente induttrice, cioè da 3 verso 10. Quando l' ago era giunto alla sua posizione di equilibrio se lo vi si manteneva con una spilla, e quindi toglievasi il contatto nella ciotola 2, l' ago immediatamente deviava in senso opposto, mostrando allora il passaggio di una corrente da 10 a 3.

13.° Adoperando la macchina a spirale di Callan, che descriveremo più innanzi, si ottengono possenti scintille dalla corrente secondaria ponendo i fili del grande calorimotore in 1 e 2, ed i capi della prima spirale della macchina del Callan in 3 e 10. Le scosse giugnevano fino ai gomiti ogni qualvolta s' interrompeva il circuito, e quando ciò si faceva rapidamente col girar di una ruota o con la calamita girevole di Ritchie, la successione delle scosse era pressochè intollerabile, e quando uno dei fili della prima spirale era tuffato nella stessa ciotola in cui s' interrompeva la comunicazione con la pila, le scosse erano molto violenti anche con la pila a cilindro della capacità di mezza foglietta. Adoperando una ruota per interrompere il circuito, lo scintillamento riusciva molto brillante quando comunicava con le quattro prime ciotole della spirale Quando si usava una grande pila, e la stanza era oscura appariva assai bello l' effetto dell' ottica illusione ben nota per la quale un corpo mosso rapidamente comparisce stazionario. Le scosse ottenute interrompendo il contatto, senza l' intervento della spirale di Callan, col mezzo della ruota, non erano così forti come potevasi credere: in questo caso il metodo più efficace era quello di portare la cima del filo congiuntivo rapidamente sopra gli orli della striscia dal centro alla circonferenza.

14.° Si ottennero scosse secondarie dalla spirale immediatamente, senza l' intervento dell' apparato di Callan, immergendo i conduttori stretti dalle mani nella ciotola 10, ed in quella negativa della pila, mentre s' interrompeva il circuito in quelle 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; nelle ultime 3 le scosse erano così forti, quali si sarebbero ottenute con qualsiasi altra disposizione dell' apparato, come quando era interposta la spirale di Callan, ed anche come quando s' interrompeva il circuito in quella 2 a cilindro, e si adoperava una pila di mezza foglietta.

15.° Il filo che veniva dallo zinco della pila lasciavasi permanentemente nella ciotola 10, e si toglieva il contatto col capo rame in quelle 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, essendo in 1 il conduttore tenuto dalla mano sinistra, e nella ciotola positiva quello tenuto dalla destra. In tutti i casi si ebbe una scossa, debole in quelle 9, 8 e forte in quelle 4, 3 ecc.

Finiti questi sperimenti la striscia venne tagliata per mezzo e saldata insieme alle cime, in guisa da formare una striscia lunga di circa 460 piedi, larga un mezzo pollice, la quale venne isolata e piegata spiralmente come prima. Con questa disposizione, usando una pla a cilindro della capacità di una foglietta, si aveva la massima scintilla a circa 150 piedi; con una coppia voltaica assai piccola le più grandi e brillanti scintille apparivano alle estremità della spirale. L' effetto insomma della divisione della striscia di rame era quello di scemare la grandezza della scintilla, aumentando fortemente la intensità della scossa, la quale quando era ottenuta dall' ultima ciotola, e dal polo negativo della pila era molto possente. La corrente secondaria svoltasi in questa disposizione, decomponeva assai prontamente l' acqua.

Tutti gli sperimenti relativi alle scosse, osserva il Noad, vengono facilmente spiegati dietro i principii esposti da Faraday dell' induzione voltaica: ma non sembra così facile lo stabilire la ragione delle diverse apparenze della scintilla con grandi o piccole coppie voltaiche nelle varie ciotole della spirale. In alcuni sperimenti fatti da Page con un tale apparato si indica una lunghezza di 75 piedi, come quella che dà la massima scintilla, bastando l' aggiunta o la diminuzione di pochi piedi per scemare l' effetto; ma Page aveva esperimentato sempre con la stessa pila e non poteva quindi conoscere la molta differenza che vi ha nella grandezza ed apparenza della scintilla nelle varie ciotole secondo la dimensione della pila. Con una coppia di lamine, ciascuna di 17 piedi quadrati, fortemente caricata di acido nitrico, Noad trovò che le scintille più brillanti, più grandi e più forti, si producevano nella seconda ciotola sopra un tratto, cioè, di 25 piedi, e che prontamente scemavano d' intensità a misura che cresceva la lunghezza attraversata dalla corrente, fino a che alla decima ciotola, cioè a 234 piedi, non era più grande di quella che sarebbesi prodotta da una piccola pila a cilindro di mezza foglietta: d' altra parte quando la coppia voltaica è molto piccola accrescendo la lunghezza del conduttore a spirale aumentasi evidentemente la grandezza della scintilla, e Noad usando pile di varie dimensioni, trovò altresì che con una certa superficie di rame e di zinco, la scintilla apparisce uguale in qualsiasi punto della disposizione, e che questa dimensione è di circa 24 pollici quadrati per ciascun metallo.

Se quando invece d' impiegare una spirale si usa un' uguale lunghezza di striscia di rame lasciata distesa, si abbia una maggiore scintilla all' estremità *che al principio* con una piccola coppia, Noad non ne fece l'esperimento. Se ciò non avvenisse l' aumento di effetto ottenuto con la spirale verrebbe evidentemente dalla reciproca azione induttrice de' suoi giri l' uno sull' altro; ma siccome avviene la medesima azione induttrice quando si adopera una grande pila, come abbiamo veduto, così la somma degli effetti non deesi aumentare.

Se la grande lunghezza del metallo, come Faraday ha stabilito, presenta una resistenza alla corrente elettrica per la non perfetta sua conducibilità, sembrerebbe che con una coppia voltaica formata di due fili di 1/4 di pollice, la resistenza che la piccola corrente dee superare nell' attra-

versare 234 piedi di striscia di rame larga un pollice dovesse essere sufficiente ad intercettarla del tutto; ma vedendosi col fatto che essa aumenta pel passaggio nel filo, si ha una nuova prova dell' effetto dell' azione induttrice. La difficoltà consiste nel comprendere come l' effetto possa crescere con una coppia assai piccola, e diminuire con una grande; non è questo tuttavia il luogo di discutere tale argomento. (V. GALVANISMO e PILA).

Quegli stessi effetti che ottengonsi nel caso anzidetto per l' induzione prodotta da una corrente sopra sè medesima, cioè reciprocamente per la vicinanza di varie parti del filo conduttore di essa, si hanno pure facendo che una corrente data ne produca un' altra in un filo vicino e sembra che Callan professore in Irlanda sia stato il primo a far uso di un lunghissimo filo molto sottile per isvolgervi una corrente indotta, atta a produrre alcuni dei fenomeni summentovati. Fece egli uso a tal fine di un lungo filo piegato a spirale il quale ne circondava un' altro più grosso e di minore lunghezza, della stessa figura ed isolato dal primo col mezzo di seta o di altre materie coibenti. La corrente voltaica passando per la spirale più corta induceva e risvegliava nell' altra una corrente istantanea molto intensa ogni qualvolta si apriva o chiudeva il circuito della spirale grossa. Questa nuova maniera di osservare gli effetti delle induzioni formò poi il soggetto degli studii di vari fisici. Si limiteremo a riferire i risultamenti di quelli di Abria e di Henry.

Abria esprime i valori della corrente indotta relativamente all' induttrice, che fa eguale all' unità, e ne determina le intensità col sussidio di aghi d' acciaio temperato, di 1/2 millimetro di diametro e della lunghezza di 10 in 15 millimetri. Questi aghi sono collocati in eliche a passi molto stretti, che compiono il circuito tanto della corrente primaria quanto della secondaria. Esaminando poscia la forza magnetica acquistata dagli aghi, col metodo delle oscillazioni, deduce dal grado di una tale forza quella dalle correnti induttrice ed indotta. I fili, nei quali trascorrono le due correnti induttrice ed indotta tanto diretta che inversa, sono disposti l' uno accanto all' altro sui lati d' un rettangolo od in ispire parallelle, lasciando 1 a 2 decimetri di filo liberi a ciascuna estremità per compiere il circuito con le eliche, in cui sono posti gli aghi di acciaio. A misura che si aumenta la lunghezza del filo induttore, o che si diminuisce la sua sezione, bisogna aver cura di aumentare l' elettricità destinata ad attraversarlo, affinchè la corrente induttrice abbia una sufficiente intensità.

L' autore con prove istituite in tale maniera ne deduce che, restando costante la corrente induttrice, l' intensità di ambedue le indotte, diretta od inversa, è pure costante. Per cui facendo parte del circuito induttore e di quello indotto due eliche eguali, e sottoponendo successivamente uno stesso ago d' acciaio all' azione di ciascuna delle due correnti, incominciando dalla più debole, la relazione fra la durata delle oscillazioni dell' ago dipenderà da quella che esiste fra le intensità delle due correnti medesime, e sarà eguale alla relazione inversa di queste medesime intensità, se il diametro e la lunghezza degli aghi sono tali, per riguardo alle dimensioni delle eliche, che l' intensità magnetica sviluppata varii come il quadrato di quella della corrente. Di questo mezzo si valse l' Abria per valutare l' intensità delle correnti indotte relativamente all'induttrice presa per unità.

Per analizzare l' influenza che esercitano la lunghezza, la distanza, il diametro e la disposizione dei fili, basta esaminare come varii in ciascun caso l' intensità della

corrente indotta, determinandola col metodo suindicato. Dalle sperienze istituite a questo scopo deduce Abria che, poste eguali le lunghezze dei fili indotto ed induttore, l' intensità di ciascuna delle due correnti indotte è sensibilmente indipendente dalla lunghezza stessa, almeno quando questa passa un certo limite, variabile in proporzione al circuito indotto non sottoposto all' induzione. Egli ha trovato, per esempio, 0,34 per la corrente, diretta impiegando due fili di millimetri 0,28 con una lunghezza di metri 1,67, piegati a rettangolo e molto vicini fra loro; e di 0,30 con due altri fili dello stesso diametro, ma di metri 11 di lunghezza similmente disposti. Parimenti due spirali piane dello stesso filo, ciascuna di metri 5 di lunghezza, hanno dato 0,701 per la corrente indotta diretta, e si è trovato 0,691 con due altre spirali alla stessa distanza fra loro delle precedenti, ma ciascuna di 8 metri di lunghezza.

Se, conservando lo stesso sistema induttore, si diminuisce il sistema indotto, oppure se la lunghezza di questo si tenga costante, e si allunghi il sistema induttore, disponendolo però sempre in modo che le parti aggiunte possano agire sul filo indotto, ciò che si ottiene facilmente piegandoli in forma di eliche o di spirali piane; l'intensità delle correnti indotte si aumenta. Gli effetti sono inversi quando gli aumenti di lunghezza hanno luogo nel filo indotto tenendo costante l' induttore.

Per rispetto al diametro od alla sezione del cammino per cui transita la corrente della pila, Abria si è servito di quattro fili della stessa grossezza e lunghezza coperti di seta ed assieme attortigliati. La corrente passava per uno soltanto di quei fili, gli altri rimanendo aperti, oppure per due, per tre di essi o per tutti quattro. In tal maniera si avevano spirali dello stesso numero di giri, ma di sezione doppia, tripla, quadrupla. Facendo in tal maniera variare successivamente la sezione del filo induttore, la corrente valutata relativamente all' induttrice, presa per unità, rimane costante. In tal modo ha trovato in una serie di esperienze i quattro valori: 0,544; 0,572; 0,520; 0,525 essendo la sezione del filo induttore rispettivamente di 1, 2, 3, 4.

Uniti successivamente per le loro estremità due dei quattro fili suddetti, in modo da formare un solo filo di doppia lunghezza, lasciando gli altri due fuori del circuito, oppure di tripla quando se ne uniscono tre, e di quadrupla quando tutti quattro sono congiunti, si è trovato che le correnti indotte dal filo uno e da quello due stavano prossimamente nella relazione di 1 : 2; che quelle indotte dal filo due e dal filo tre, stavano come 2 : 3; che le altre sviluppate dai fili induttori 3 e 4 stavano appunto come 3 : 4; ed in fine che le correnti indotte dai fili due e quattro, erano come 1 : 2; per cui l'intensità di ciascuna delle correnti indotte, diretta e inversa, era proporzionale al numero delle parti del sistema induttore.

Se si prende invece la stessa spirale di quattro fili per sistema indotto, questi fili essendo eguali e disposti nella stessa maniera per riguardo al sistema induttore, le quantità di elettricità sviluppate in ciascuno di essi dovranno, secondo Abria, essere eguali, ed è presumibile che la corrente totale sia in questo caso la somma delle correnti parziali, che attraversano ciascun filo: se alcuni soltanto comunicano con l' estremità dell' elica nella quale si collocano gli aghi da calamitare, l' intensità della corrente indotta dovrà variare proporzionalmente al loro numero, purchè gli altri formino un circuito chiuso.

Avendo presa per unità la corrente induttrice, Abria ha trovato i valori medii seguenti per la corrente diretta indotta in uno, due o tre fili, gli altri essendo chiusi.

In un sol filo 0,502 ; in due fili, alternandone le combinazioni 1,107 ; in tre fili 1,635 ; in tutti quattro i fili 2,131. Questi quattro valori sono prossimamente come i numeri 1, 2, 3, 4. I valori delle correnti indotte inverse sono presso a poco nell' eguale relazione.

Abria esaminò pure l' influenza della parte non indotta del circuito indotto. L' elettrico sviluppato per induzione nella parte del filo sottoposta direttamente all' induttore, si diffonde di là nei fili che la conducono alle due estremità dell' elica destinata a raccoglierlo, ed è evidente che l' intensità osservata è minore di quella della corrente realmente sviluppatasi nella parte che ne sente l' influenza. Le sperienze hanno dimostrato all' Abria che quando il filo indotto e l' aggiunto, compresavi l' elica, sono dello stesso diametro, l' intensità di ciascuna delle correnti diretta ed inversa, diminuisce in ragione della lunghezza del circuito, talchè si ottiene il valore della corrente sviluppata nella parte che è indotta direttamente, come se questa formasse un circuito chiuso, moltiplicando l' intensità osservata per la relazione della lunghezza totale del circuito indotto a quella della parte sottoposta all' induzione. Se i fili aggiunti hanno una sezione minore, la corrente diretta diminuisce come precedentemente, ma quella inversa ha una diminuzione più rapida della diretta.

La distanza fra i fili induttore e indotto influisce notabilmente sull' intensità della corrente che ne nasce, e l' induzione diminuisce, come si sa, a misura che il sistema indotto viene allontanato dall' induttore. I risultamenti dell' Abria si accordano a stabilire che l' intensità della corrente indotta decresce con la distanza, e l' effetto dell' induzione varia sensibilmente in ragione inversa, dapprima della radice quadrata della distanza, e poscia della semplice distanza. L' accordo fra i risultamenti delle sperienze è minore per le distanze assai grandi ed assai piccole che per le altre. Ciò dipende per una parte dall' essere difficile determinare con esattezza la distanza dai piani delle spirali, quand' essa è piccola, un lieve errore in questa determinazione producendone un grande nel risultamento del calcolo ; per altra parte dal comportare la relazione delle due correnti maggiore incertezza a misura che più differisce dall' unità.

Dalle sperienze istituite risulta che si verifica la legge dalle semplici distanze, sino alle più grandi ove l'osservazione può estendersi.

Passò poi l'Abria a studiare l'influenza della sezione del filo indotto, avendo già precedentemente preso in considerazione quella dell'induttore. L'esperienza dimostra che l'intensità delle correnti indotte aumenta con la sezione del filo indotto ; ma più rapidamente per la corrente inversa che per quella diretta. La legge però non è in ragione semplice della sezione, ma bensì di quella della radice quarta della sezione medesima, vale a dire che la corrente indotta diretta aumenta come la radice quadrata del diametro, che equivale alla radice quarta della sezione. Questa legge però ha un limite. La corrente indotta inversa aumenta invece come il diametro o la radice quadrata della sezione. Di qui si deduce facilmente la relazione della corrente indotta diretta ed inversa, che può determinarsi anche con altre sperienze.

L' intensità di ciascuna delle correnti indotte dee necessariamente dipendere dalla conducibilità del filo indotto. Essa segue la ragione diretta di questo elemento, secondo le sperienze istituite con due spirali fatte di filo di ferro e di filo di rame.

Studiò in fine l' Abria l' influenza che esercita una spirale addizionale chiusa, collocata in vicinanza della spirale che

riceve l' induzione ; e trova, dietro quanto già si sapeva, che l' intensità della corrente indotta è minore che quando non vi era la spirale addizionale. Vi ha infatti fra le due spirali una scambievole reazione, che dipende dalla loro distanza e da quella del sistema induttore, dal numero dei giri di cui si compongono e dalla grossezza dei fili onde sono formate. Quando la spirale addizionale è aperta la sua influenza è assolutamente nulla.

L' intensità della corrente indotta in una spirale diminuisce pure quando si mette vicino a questa una lastra metallica. Abria trovò che la corrente indotta in una spirale, fatta di tre giri e sottoposta all' azione d' una corrente voltaica, che passi per una spirale formata di undici giri del medesimo filo, è ridotta a circa la metà del suo valore per l' influenza d' una lastra circolare di rame di 3 a 4 millimetri di grossezza, ed a circa tre quarti per l' azione d' una lastra simile, ma tagliata in 16 sezioni. Foglie assai sottili di stagno, lamine di latta e di ottone esercitano azioni analoghe, ma la cui energia è variabile.

Per dar ragione della diminuzione che si osserva nell' intensità di ciascuna delle correnti indotte quando i due sistemi, cioè quello che riceve l' induzione e quello aggiunto sono sottoposti all'azione d'una medesima spirale induttrice, bisogna conoscere in qual maniera queste correnti indotte agiscano sui conduttori chiusi collocati in loro vicinanza ed al coperto d' ogni influenza. Henry si è occupato di una tale quistione principalmente per riguardo all' elettricità voltaica e Marianini per rispetto all' elelettricità comune della macchina a sfregamento.

Ecco le conseguenze cui Henry è pervenuto. Se si chiama corrente del primo ordine o primaria la corrente voltaica stessa, all'istante in cui è interrotta determina in un conduttore vicino una corrente indotta del secondo ordine, la quale è diretta nello stesso verso di quella del primo ordine. S' immagini che si faccia agire la corrente del secondo ordine sopra un terzo conduttore chiuso, non sottoposto all' influenza del primo ; si svilupperà una corrente indotta del terzo ordine, la cui direzione sarà opposta a quella della corrente del secondo. Se la corrente del terzo ordine agisce nell' egual modo sopra un quarto conduttore vi produrrà una corrente di quarto ordine diretta in verso opposto di quella del terzo. Talchè si ha per la successione dei segni delle diverse correnti indotte la serie seguente:

Corrente della pila o del primo ordine +
Prima corrente indotta con l' interruzione della precedente, o del secondo ordine . . . . . +
Seconda corrente indotta o del terzo ordine . . . . . —
Terza corrente indotta o del quarto ordine . . . . . +
Quarta corrente indotta o del quinto ordine . . . . . —

E così continuando sino ad un certo limite, determinato dall' energia della corrente voltaica, dalla distanza dei conduttori e da altre circostanze. Fenomeni analoghi avvengono al momento in cui si chiude di nuovo il circuito voltaico ; ma allora avendo la corrente di secondo ordine una direzione opposta alla voltaica inducente, si hanno i cangiamenti di segno partendo dalla corrente del secondo ordine come segue :

Corrente della pila o del primo ordine +
Prima corrente indotta al momento in cui nasce la precedente, o del secondo ordine . . . . . —
Corrente del terzo ordine . . . +
Corrente del quarto ordine . . . —
Corrente del quinto ordine . . . +

La relazione di due correnti indotte consecutive sembra essere con molta approssimazione indipendente dall' ordine dell' induttrice, almeno quando la corrente del secondo ordine è diretta o determinata con l' interruzione di quella del primo ordine.

Ciò posto, se due spirali chiuse sono collocate in vicinanza d' una stessa spirale induttrice, le correnti indotte in ciascuna dall' azione di questa, sono dirette nel medesimo verso; ma ciascuna di esse determina nell' altra una corrente in senso opposto, e s' intende perchè l' induzione riesca minore che quando l' altra spirale non resiste.

Henry fece pure interessanti indagini sulle correnti indotte valendosi di un certo numero di spirali piane, fatte con liste di rame coperte di seta e di eliche composte di lunghi fili pure di rame isolati. Indicheremo con numeri questi apparecchi per facilitare il discorso nel descrivere le sperienze dell' autore. Il nastro della spirale n.° 1 aveva la lunghezza di 93 piedi (28^m,34), la larghezza di pollici 1 1/2 (0^m,037), e pesava circa 6 chilogrammi. Il diametro della spirale risultava di 16 pollici (0^m,40). La spirale n.° 2 era simile alla precedente, ed il nastro di rame aveva la lunghezza di 60 piedi (18^m,24). Oltre le due spirali precedenti tre altre ne aveva col nastro della stessa grossezza, ma larghe la metà e lunghe circa 60 piedi (18^m,24). I fili delle eliche, i quali chiameremo 1, 2, 3, avevano 1/49 di pollice (0^m,51) di diametro e le lunghezze rispettive erano di 1660 giarde (1517^m); 990 giarde (905^m) e 350 giarde (320^m). I diametri delle tre eliche erano tali, che potevano essere poste l' una nell' altra e formare un' elica di 2742 metri di lunghezza, o più eliche di differenti lunghezze. Il filo dell' elica n.° 4 aveva lo stesso diametro dei precedenti e 546 giarde (499^m) di lunghezza. Quello dell' elica n.° 5, della stessa forma delle precedenti, era di rame inargentato, del diametro di 1/125 di pollice (0^{mm},20) e della lunghezza di 1500 giarde (1371^m).

Per facilitare l'intelligenza parlando degli sperimenti di Henry chiameremo sempre *spirali* i conduttori fatti di liste o nastri di metallo ed *eliche* quelli formati con fili pure di metallo.

L' elettromotore adoperato da Henry era formato di 30 coppie disposte alla maniera di Daniell, i cui cilindri di rame avevano l' altezza di circa 5 pollici e mezzo (0^m,137) ed il diametro di 3 e mezzo (0^m,097); quelli di zinco erano della medesima altezza e del diametro di un pollice (0^m,025). Adoperava anche spesso una pila composta di 3 cilindri concentrici di rame e due di zinco interposti, la cui altezza era di 8 pollici (0^m,20), ed il suo diametro di 5 (0^m,13); la superficie dello zinco, tenendo conto dei due lati, era di piedi quadrati 1,73 (16 decimetri quadrati). Servissi di due galvanometri, l' uno per le correnti di grande intensità, guernito di 500 giri di filo sottile di rame; l' altro per le correnti di grande quantità, guernito di 40 giri soltanto del filo. L' ago era sospeso in ciascuno di essi con un filo di seta estratto dal bozzolo. Quando impiegava un' elica magnetizzante, per iscoprire con gli aghi d' acciaio posti in essa le qualità delle correnti, era quella formata d' un lungo e sottile filo, avvolto per circa 100 giri attorno ad un fuscello cavo di paglia della lunghezza di pollici 2 1/2 (0^m,062). Questo apparato veniva impiegato con le eliche indotte; quello che serviva per le spirali era formato soltanto di venti giri.

Esperienze relative all' induzione di una corrente sopra sè medesima. Quando l' elettricità ha una debole intensità, come nel caso di una pila termo-elettrica o d' un solo grande elemento

voltaico eccitato con un liquido debole, la spirale n.° 1, interposta nel circuito, dava all'istante dell'interruzione le più brillanti scintille. Le scosse corrispondenti erano assai deboli. La corrente indotta in questo caso era adunque una corrente di considerabile quantità, ma d'intensità debole.

Se la lunghezza del nastro della spirale si aumentava, la coppia voltaica restando la stessa, le scintille divenivano meno vivaci e le commozioni più forti; queste diminuivano allorquando il nastro passava un certo limite, in causa della diminuzione di conducibilità che ne risultava. Aumentando l'intensità dell'elettricità della batteria, l'effetto prodotto dalla spirale rimaneva il medesimo. Ma se in questo caso al nastro si sostituiva un lungo filo, le scosse divenivano assai forti. Erano assai energiche, per esempio, se s'impiegava una pila a truogoli di dieci coppie, ed il rocchetto pieno di filo di rame. Lo stesso era con l'elica n.° 1 ed una pila a truogoli di trentacinque coppie, che sola dava una commozione assai debole.

Si può ridurre la dimensione delle piastre della batteria senza che ne risulti una diminuzione corrispondente nell'intensità della commozione. Facendo passare la corrente d'una piccola pila, formata di sei pezzi d'ottone d'un pollice e mezzo di lunghezza e d'un numero eguale di pezzi di zinco, lungo il filo del rocchetto, le scosse erano sentite da ventisei persone unite in circolo con le loro mani. Le scintille erano meno vivaci che con un solo elemento ed un nastro corto.

La corrente indotta in queste sperienze può adunque essere considerata come di una considerabile intensità, ma di debole quantità.

Esperienze relative alla produzione delle correnti secondarie. La spirale n.° 1 fu disposta in modo da ricevere la corrente d'una sola coppia voltaica, e quella n.° 2 collocata al di sopra di essa, con una lastra di vetro interposta, per impedire ogni comunicazione. Ad ogni interruzione del circuito voltaico una corrente si sviluppava nella spirale n.° 2; si poteva riconoscerla tanto alle scintille che si manifestavano fra le due estremità del nastro stropicciate l'una contro l'altra, quanto stabilendo la comunicazione fra quelle estremità col mezzo della spirale magnetizzante che conteneva nel suo interno un ago, dei fili piegati a ferro di cavallo, od un apparecchio proprio a decomporre l'acqua. Le scosse erano molto deboli. La corrente indotta era adunque considerabile in quantità e d'intensita mediocre. Aumentando la lunghezza della spirale indotta le scintille erano meno vive, il potere magnetizzante più debole e le commozioni al contrario più forti.

Si sostituì alla spirale indotta un'elica, il cui filo aveva 2422 metri di lunghezza, formata dalla riunione delle eliche n.° 1 e 2. L'elica così composta aveva lo stesso peso della spirale n.° 2, ciò che permetteva di confrontare gli effetti prodotti su due conduttori di diversa lunghezza, ma della stessa massa. Gli effetti magnetici scomparvero, le scintille erano più deboli, la decomposizione minore che con la spirale n.° 2; ma le scosse erano estremamente energiche e ben anche pericolose. In una sperienza cinquantasei persone la ricevettero nello stesso tempo; essa si poteva paragonare a quella di una boccia di Leida debolmente caricata. La corrente indotta in questo caso aveva adunque una grande intensità, ma era debole di quantità.

Si osservò però che l'intensità della scossa giungeva al suo massimo per una certa lunghezza del filo dell'elica indotta, e decresceva se questa lunghezza si oltrepassava. La lunghezza corrispondente alle più grandi scosse aumentava col diametro del filo indotto

Si sostituì in seguito alla coppia voltaica una pila a truogoli di sessanta coppie. Quando la corrente di questo elettromotore attraversava la spirale n.° 1, gli effetti d' induzione sulle spirali o sulle eliche erano nulli o molto deboli. La lunghezza della spirale in questo caso, non era proporzionata alla intensità della batteria. La induzione era invece assai potente quando alla spirale induttrice si sostituiva l' elica n.° 1. Si fece agire questa sulle eliche n.° 2 e 3 riunite; la corrente indotta dava vive scosse; la decomposizione dell' acqua era più considerabile; gli effetti magnetici erano nulli. Era una corrente d' intensità, indotta pure da una corrente d' intensità.

Si fece agire in seguito sopra una delle spirali: le scosse erano nulle, ma gli effetti magnetici si mostrarono assai sensibili e le scintille brillanti. La corrente indotta aveva adunque in questo caso la proprietà d' una corrente di quantità.

Dalle sperienze precedenti si vede, con una disposizione conveniente degli apparecchi, potersi produrre per induzione col mezzo d' una corrente d' intensità una corrente tanto d' intensità, che di quantità, ed all' inverso.

Gli effetti d' induzione decrescono in intensità quando la distanza fra le eliche e le spirali aumenta; ma sono ancora sensibili a grandi distanze. Dando, per esempio, alla spirale n.° 1 la forma di un cerchio di circa due piedi di diametro, e collocando l' elica n.° 4 a 16 pollici ($0^m,40$) al di sopra della medesima, le scosse erano sensibili attraverso alla lingua, e divenivano sempre più vive a misura che l' elica si avvicinava alla spirale. Aumentavano egualmente se si faceva muovere l' elica nel piano della spirale dal centro verso la circonferenza interna, ed erano assai deboli al contrario se l' elica era collocata all'esterno della spirale. Questi diversi effetti s' intendono nel riflettere che le azioni di ciascun punto interno della spirale sulle due parti opposte dell' elica si contrariano, e che l' effetto osservato proviene dalla loro differenza: esso deve aumentare coi diametri dell' elica e della spirale, ed è appunto ciò che l' osservazione conferma.

Riunendo le spirali n.° 1 e 2, e facendole agire sulle eliche n.° 1, 2 e 3 riunite, si ottennero scosse percettibili alla distanza di 36 pollici. Quest' azione era sensibile a quattro piedi facendo agire le spirali 1, 2, 3 e 4 riunite in una di quattro piedi di diametro, sul lungo filo del rocchetto egualmente disposto.

Sugli effetti prodotti dall' interposizione di diverse sostanze fra i conduttori. Se s' interpone fra la spirale n.° 1 e l' elica una lastra metallica, le scosse che sono assai intense senza la lastra, divengono pochissimo sensibili con l' interposizione della medesima. La diminuzione è tanto più forte quanto più è grande la distanza dall' elica alla spirale, e quanto più sono grosse le lastre interposte. Le sostanze non conduttrici non esercitano veruna influenza. Henry provò con alcune sperienze che l' indebolimento nell' effetto d' induzione era dovuto alle correnti che si sviluppano nella lastra. Se invece d' una lastra s' interponeva una spirale od un'elica, l'influenza di questa sulla corrente del sistema indotto era nulla quando essa è aperta, e la diminuzione nella scossa d' induzione era assai notabile quando era chiusa.

Se s' interponeva una lastra circolare di piombo, di cui si fosse levato un settore, la sua influenza era nulla: nè si poteva supporre che l'azione si trasmettesse a traverso allo spazio del settore mancante; giacchè si otteneva lo stesso risultamento impiegando due lastre dello stesso metallo sovrapposte in modo che la parte aperta dell' una corrispondesse a quella continua dell' al-

tra. Se si saldano due fili agli orli dell' apertura, e si facciano comunicare con le estremità di una piccola spirale magnetizzante, in cui v'abbia un ago da cucire, questo calamitasi quando la piastra è interposta fra l' elica e la spirale, ed il senso della sua magnetizzazione indica nella lastra una corrente diretta come quella della spirale induttrice.

La diminuzione dell' effetto d' induzione si osserva egualmente quando la lastra, la spirale o l' elica addizionale, invece d' essere interposte fra la spirale induttrice e l' elica indotta, sono al di sopra di questa: la scossa soltanto è meno indebolita.

Sulle correnti indotte di terzo, quarto e quinto ordine. La neutralizzazione dell' effetto della corrente primaria in causa della corrente secondaria, sviluppata in un conduttore interposto, conduce alla conseguenza che se quest' ultima corrente venisse sottratta all' influenza della prima, sarebbe capace di sviluppare per induzione una corrente in un conduttore postole in vicinanza. Henry ottenne le correnti dei diversi ordini con la disposizione seguente: imaginisi una spirale piatta sopra un piano coibente, e al di sopra di essa una seconda spirale: al momento che nella prima si introduce la corrente voltaica nascerà nell' altra spirale una corrente indotta o di secondo ordine. Se le estremità di questa comunicano rispettivamente coi capi d' una terza spirale posta pure nello stesso piano della prima, la corrente del secondo ordine circolerà per la terza spirale, e potrà generare per induzione in una quarta spirale postavi sopra una corrente di terzo ordine. La quarta spirale, comunicando nell' egual maniera con una quinta, posta sul piano coibente, la corrente di terzo ordine si trasmetterà in questa ed indurrà una corrente di quarto ordine in una sesta spirale collocata al di sopra di essa. Progredendo nello stesso modo con altre spirali, si potranno avere, come è chiaro, le correnti di quinto ed anche di ordini superiori, secondo la forza della corrente primaria.

Si può in questa induzione delle correnti di diversi ordini ottenere con una corrente d' intensità una corrente di quantità e viceversa. Se la corrente voltaica si fa percorrere per una spirale di listarella o nastro di rame, essa induce una corrente del secondo ordine di quantità in una spirale consimile, che si propaga in una spirale eguale, e fa nascere in un' elica fatta con filo una corrente del terzo ordine d' intensità, la quale, transitando in un' altra elica, questa produce in una spirale formata di nastro di rame una corrente di quarto ordine di quantità. Una tale intensità è del resto assai grande; giacchè con una corrente di terzo ordine si può far provare la scossa a venticinque persone contemporaneamente, e si ottiene una scossa sensibile nelle braccia con una corrente di quinto ordine.

Quando si facevano comunicare le estremità d' un' elica, formata con filo, che riceveva l' induzione da una spirale, formata con nastro, e la prima trasmetteva la corrente ad una seconda spirale che agiva per induzione sopra una seconda elica, la corrente di terzo ordine in questa era assai debole. Nella prima azione il numero dei giri della spirale era troppo piccolo relativamente alla quantità di elettricità della corrente dell' elica; e nella seconda la corrente della spirale era d' un' intensità troppo debole per agire a traverso il filo della lunga elica.

Le correnti indotte dei diversi ordini sono affievolite con l' interposizione di lastre metalliche o di spirali chiuse, come avviene delle correnti secondarie o di prima induzione.

Per determinare la direzione delle correnti indotte di diverso ordine, Henry

adoperava un ago d' acciaio posto in una elica magnetizzante, il galvanometro e la decomposizione dell' acqua ; e con questi differenti mezzi è giunto alla conseguenza che, partendo dalla corrente secondaria il senso della corrente indotta è contrario all' induttrice. Questo cangiamento di direzione nella corrente indotta, riguardo all' induttrice, fornisce la spiegazione dell' indebolimento prodotto per l' interposizione di corpi conduttori.

La stessa proprietà spiega parecchi effetti relativi all' induzione d' una corrente sopra sè medesima. Se una spirale piatta fa parte del circuito d' una pila, si ottengono per questa induzione scintille a ciascun interrompimento. Ma se su quella spirale se ne colloca una seconda chiusa, l' intensità delle scosse diminuisce ; e quando le diverse spire sono scambievolmente interposte avvolgendo i due nastri come in una sola spirale, le scintille svaniscono del tutto nella spirale, per la quale passa la corrente voltaica quando l' altra è chiusa. Per comprendere la ragione di questo fenomeno basta notare che la corrente indotta nel primo conduttore è una vera corrente secondaria, e viene neutralizzata dall' azione della corrente secondaria del conduttorre vicino, il quale tende ad indurre una corrente in direzione opposta.

Sembra altresì, secondo l' esperienza precedente, che la corrente indotta nel conduttore o spirale vicino sia più energica di quella del primo conduttore. Se ne intende la cagione osservando che la spirale aggiunta forma un circuito perfetto, mentre il circuito dell' altra si dee considerare come in parte interrotto, poichè, per avere la scintilla visibile, l' elettrico dee essere slanciato nell' aria ad una piccola distanza.

Henry studiò pure l' influenza del numero delle coppie della batteria voltaica. Egli fece passare la corrente elettrica a traverso la spirale n.° 2 che agiva per induzione sull' elica n.° 1, aumentando progressivamente il numero delle coppie della batteria. Con una sola coppia la scossa della corrente indotta era assai forte al momento in cui il circuito induttore veniva interrotto, assai debole quando si chiudeva ; con due coppie l' ultima fu un poco accresciuta : con tre l' accrescimento fu più notabile, mentre la scossa all' atto dell' interrompimento rimaneva presso a poco la medesima. Con dieci elementi le due scosse erano assai forti, e con trenta l' ultima, cioè quella della corrente diretta, era molto più vivace della prima o di quella della corrente inversa.

Per confrontare le scosse fra loro s' innalzava gradatamente l' elica al disopra della spirale, sinchè, in ragione della distanza dei conduttori, la scossa la più debole fosse appena sensibile a traverso le dita o la lingua ; mentre l' altra nelle stesse circostanze poteva riuscire sensibile alle mani. Con un mezzo analogo si confrontarono sempre le scosse fra loro.

Passò poscia Henry a considerare l' influenza della lunghezza del filo. La batteria essendosi ridotta ad un solo elemento, e la corrente induttrice attraversando la spirale piana di metri 18,24 cioè di 60 piedi, la scossa della corrente indotta inversa era assai debole. Questa scossa diveniva vieppiù forte a misura che la lunghezza della spirale si riduceva successivamente a 45, 30 e 15 piedi. Essa diminuiva al contrario se la lunghezza era minore di 15 piedi : ma questa diminuzione proveniva dal numero dei giri della spirale, ciascuno dei quali tendeva ad aumentare l' effetto d' induzione. Giacchè se si conservavano i 15 piedi di circuito, e si faceva la spirale induttrice d'un solo giro, si trovava che la scossa, al momento in cui si chiudeva il circuito, aumentava gradatamente d' intensità a misura che si diminuiva la parte del conduttore che non agiva sull' elica. Si può adunque stabilire

in generale che l'induzione di ciascuna unità di lunghezza del conduttore nel compiere il circuito, è accresciuta quando si diminuisce la sua lunghezza.

La scossa della corrente diretta diminuisce con la lunghezza della spirale piana, e ciò ha luogo in causa del minor numero di giri di questa spirale, come risulta dalla seguente sperienza. Si fece la spirale di due giri; la scossa all'interrompimento del circuito era debole, sensibile soltanto a traverso le mani. Diverse lunghezze di liste furono introdotte nel circuito, in modo da non agire sull'elica; ma quantunque la loro lunghezza variasse da 5 a 60 piedi, non si palesò la minima differenza nella scossa. Per tal modo l'induzione di ciascuna unità di lunghezza del conduttore al momento dell'interruzione del circuito non è alterata, quando si cangia, almeno entro certi limiti, la lunghezza di tutto il conduttore. Si può conchiuderne che la scossa dipende più dall'intensità che dalla quantità della corrente, poichè questa è diminuita nell'unità di lunghezza del conduttore per l'allungamento di quest'ultimo.

Si è veduto che impiegando dieci elementi e la spirale n.° 2, la scossa della corrente indotta era quasi egualmente forte al principiare della corrente della batteria che alla sua cessazione. Si è trovato che se in questo caso si aumentava la lunghezza del nastro, la prima diminuiva; e può essere stabilito come conseguenza di parecchie sperienze, che qualunque sia l'intensità elettrica della batteria, la scossa della corrente indotta inversa può essere resa appena percettibile, dando una lunghezza sufficiente al circuito primario.

La scossa, all'atto che si stabilisce il circuito della batteria, è un poco aumentata quando si aumenta la grossezza del nastro che compone la spirale, la lunghezza e l'intensità del circuito restando i medesimi. Henry se ne assicurò usando una spirale doppia: l'elettrico passava dapprima attraverso una spirale, in seguito per tutte due; la scossa avuta dall'elica in questo caso era più forte che nel primo.

Si hanno adunque due mezzi per aumentare a piacere l'induzione, all'atto che incomincia la corrente della batteria. L'uno consiste nell'aumentare l'intensità della sorgente elettrica; l'altro nel diminuire la resistenza al moto del conduttore dell'elettrico, mentre l'intensità rimane la medesima.

Esaminando poi con varie esperienze le azioni delle correnti indotte di secondo, di terzo, di quarto e di quinto ordine sul galvanometro, sulle elici magnetizzanti sull'acqua distillata e sul corpo umano, non che sugli effetti della interposizione di lastre metalliche fra la spirale induttrice e la indotta, Henry, venne condotto a concludere che la corrente secondaria sviluppata al momento in cui il circuito galvanico incomincia o finisce istantaneamente, stabilendo od interrompendo il contatto col mercurio, consiste di due parti, che posseggono proprietà differenti. L'una di esse è di debole intensità, può essere interrotta ponendo nel circuito dell'acqua, non può magnetizzare degli aghi d'acciaio temperato e non è affievolita con l'interposizione di lastre di verun metallo, eccetto il ferro, fra i conduttori. L'altra parte è d'intensità considerabile, non è interrotta dall'acqua, sviluppa il magnetismo negli aghi temperati, ed è affievolita o neutralizzata da spirali chiuse o da lastre metalliche qualunque. Le correnti indotte, che si sviluppano avvicinando od allontanando un conduttore dalla corrente d'una batteria; quelle prodotte col movimento della batteria in azione sono della prima specie; le correnti di terzo, quarto e quinto ordine dividono quasi esclusivamente le proprietà di quelle della seconda specie.

Tutti questi effetti dell' induzione delle correnti sopra sè stesse o sopra altri fili notabilmente si aumentano introducendo nell' asse dell' eliche una spranga di ferro dolce o, meglio ancora, un fascio di fili di ferro; ma non si produce l' effetto che nell' atto di interrompere il circuito con la pila: ciò avviene perchè il ferro magnetizzato dalla forza della corrente continuata, perde il suo magnetismo all' atto in cui quella cessa di passare, e in tal modo tende a produrre una corrente elettrica nel filo che lo circonda. Nella disposizione pertanto delle calamite temporarie hanno luogo necessariamente questi effetti. Così Pouillet nel 1832 avendo una grande calamita temporaria ravvolta con duemila metri di filo di rame, vide brillare una grandissima scintilla, mentre la pila di per sè stessa non ne dava che una piccolissima, e ricevette, senza aspettarselo, una scossa fortissima nel prendere le due cime per levarle fuori dal mercurio. Questo effetto era del resto analogo a quello che abbiamo veduto aver luogo nelle macchine magneto-elettriche, poichè siccome in quelle il ferro dolce dell' ancora magnetizzandosi o smagnetizzandosi nell' attaccarsi o staccarsi dalla calamita aumenta gli effetti prodotti nelle spirali dell' avvicinarsi di quella, era cosa ben naturale che gli stessi fenomeni avessero a manifestarsi e con maggiore potenza, nel caso delle correnti voltaiche, le quali con tanta maggior forza che la vicinanza di una calamita danno al ferro dolce un magnetismo temporario. Approfittando di queste osservazioni si costruirono macchine, nelle quali una pila per sè stessa assai debole produce effetti fortissimi, il che quanto comodo torni e vantaggioso è inutile il dire a tutti quelli che sanno quanta perdita di tempo ed imbarazzo cagioni il montare e smontare una pila assai grande ed a molte coppie.

Sembra che il Callan sia stato il primo a fare di queste macchine disponendo spirali di filo fasciato intorno ad un pezzo di ferro dolce che ne occupava l' asse e che durante il passaggio della corrente diveniva una calamita temporaria. Quella disposizione venne poi vantaggiosamente modificata da Sturgeon con l' avvolgere le due spirali ad una specie di tubo di legno o di cartone, lungo circa 12 a 14 centimetri e rilevato agli orli per ritenere avvolto il filo delle due spirali. Nell' interno di questo tubo si colloca la verga di ferro dolce che rende più energica la corrente secondaria sviluppata per induzione da quella voltaica. La forza di quella corrente viene notabilmente accresciuta, secondo i suggerimenti di Bachofner di Londra, col sostituire alla verga di ferro dolce un grande mazzo di fili dello stesso metallo. La spirale per cui trascorre la corrente primaria, ha d' ordinario la lunghezza di circa 30 metri, mentre quella in cui si genera la corrente indotta è lunga quasi 500 metri. Vedemmo che la corrente secondaria è istantanea, e si ripete alternativamente in senso contrario tosto che incomincia o cessa la primaria, la quale viene alla sua volta rinforzata dalla indotta, pel brevissimo intervallo di tempo che passa nell' interruzione della corrente idroelettrica.

Per interrompere a brevissimi intervalli la corrente voltaica, e risvegliare nel lungo filo una serie di successive correnti secondarie atte a produrre scosse e scintille, ed in quello corto rinforzare la primaria in modo da ottenere ben anche decomposizioni chimiche e combustioni, furono immaginati diversi congegni, fra i quali vi ha quello d' una ruota dentata mossa da una persona mediante un manubrio o da un meccanismo di oriuolo. Come nelle macchine magneto-elettriche giova anche in tal caso riempire i denti della ruota di sostanza coibente per evitare

il saltellare del pezzo che vi preme contro.

La fig. 5 della Tav. XXVI delle *Arti fisiche* mostra una macchina costruita dietro i principii del Callan, in cui la interruzione si fa mediante una ruota dentata. In B vedesi il tubo di legno cui sono avvolte le due spirali, ed in *F* il mazzo dei fili di ferro dolce che ne occupa l'asse. I due fili *f*, *g* sono le estremità della spirale corta, e pescano nel mercurio contenuto in due piccoli vasi di legno, o sono ritenuti con viti premenți 2, 3. La tavoletta *GG* porta il tubo di legno con le spirali, e sopra un lato di essa s' innalzano due colonnette d' ottone *oo*, le quali comunicano verso la base con le viti premenți 1, 3, o col mercurio posto nei due vasetti. Una di quelle colonnette sostiene una ruota dentata *D*, che può essere mossa mediante un manubrio. Una molla d' acciaio *E*, fissa all' altra colonnetta, appoggia e preme sui denti della ruota. In *H*, *H* vedonsi due cilindri d' ottone congiunti alle estremità della spirale più lunga, nella quale si sviluppa la corrente secondaria. La coppia voltaica di rame e zinco con due differenti liquidi, è rappresentata in C. La corrente che in questa si sviluppa passa pel filo *i*, viene alla vite 2, trascorre la spirale a filo corto, ed uscendo per *f* invade la vite 3 e la colonnetta corrispondente, e per la molla d' acciaio *E* si porta sulla ruota dentata, donde per l' altra colonnetta e per la vite 1 corrispondente, ritorna alla pozzetta di rame per riprendere il suo corso. Ma nel momento che la molla *E*, al passare dalla ruota salta da un dente all' altro, la corrente primaria viene interrotta, e si risveglia allora quella secondaria, che [illegible] posto alle due estremità *H H*, producendo gli effetti summenzionati. Superiormente alla colonnette vedonsi due [illegible] *A A*, pei quali si può far transitare la corrente primaria quando s' interrompe la comunicazione della molla *E* con la ruota dentata *D*, sicchè cammini sempre per lo stesso verso, producendo effetti analoghi.

Volendo che la macchina agisca da sè senza bisogno di girare la ruota, vi si adattano interruttori che muovansi per effetto della corrente medesima. Uno di questi vedesi disegnato nella fig. 6, ed è formato di una base guernita alle cime con pezzi di legno duro A B, in ciascuno dei quali sono due incavi da riempirsi di mercurio. Ciascuno di questi incavi comunica mediante grossi fili di rame D D' con quello ad esso opposto nell' altro pezzo di legno collocato all' altra cima della base. Nel mezzo della base stessa avvi un sostegno M, sul quale sta in bilico un pezzo di filo di ferro dolce E F intorno al quale sono ravvolte due eliche di sottile filo di rame isolato, piegate nella stessa direzione da destra a sinistra, e disposte per guisa che i due capi di una elica vadano a terminare nelle punte di rame G H, e quelle dell' altra elica nelle punte K L. Due piccole calamite a ferro di cavallo N N' sono sostenute da due piccoli pilastrini in guisa da trovarsi vicine alla spranghetta di ferro E F, sicchè le cime di questa trovinsi in faccia all'uno od all'altro dei poli di esse, secondo che la spranghetta è inclinata in un senso o nell'altro. Ben intesa questa disposizione, egli è chiaro che congiungendo le ciottole di mercurio in A od in B con le due piastre di una pila ad una sola coppia, la spranghetta E F diverrà una calamita temporaria, se le cime di una delle eliche sono tuffate nel mercurio. Se il congiungimento con la pila è fatto a dovere, i capi o poli della calamita temporaria saranno rispinti dai poli della calamita permanente cui sono opposti; per conseguenza, la spranghetta si muoverà e farà immergere i capi dell' altra elice nelle ciottole opposte di mercurio; invertendosi

allora il suo magnetismo avrà luogo nuovamente la ripulsione ed in tal guisa si potranno ottenere circa 30 oscillazoni della spranga di ferro al minuto. La unione di questo interruttore con la batteria, e con le spirali si fa a quel modo che vedesi nella fig. 6, nella quale R rappresenta una sezione del cilindro con le spirali: S, un capo dell' elice corta connessa con la ciottola di mercurio in B; Z l' altra cima dell' elice corta connessa con una piastra della pila, mentre il filo C congiunge l'altra ciottola di mercurio in B con l' altra piastra della coppia voltaica. Quando questa sia debitamente regolata può ottenersi una corrente alle cime della lunga elice capace di un' azione molto forte, e l'effetto si aumenta inserendo nel centro delle spirali una spranga di ferro dolce od un fascio di fili.

Un altro interruttore, ancora più semplice e più rapido del precedente si ottenne col movimento rotatorio d' una calamita voltaica a poli varianti, prodotti dal potere magnetico che acquista il fascio dei fili di ferro collocato nell' asse delle spirali. La corrente idro-elettrica in questa disposizione giunge ad invadere il mercurio, ond' è riempiuto un piccolo pozzetto contiguo od altro simile che contiene dello stesso liquido. Le due estremità del filo avvolto alla calamita voltaica mobile sono ripiegate a squadra e pescano nel liquido metallico posto nei due canaletti. La corrente idro-elettrica entra per una di queste estremità e sbocca per l' altra, e siccome quella calamita viene ad avere un polo eteronomo col magnetismo del fascio dei fili di ferro, così è da questo attratta. Ma giunta di contro al medesimo, le due estremita dell' elica cangiano la loro immersione nei due canaletti, pel che si muta del pari il polo ed è repulso dal potere magnetico del fascio medesimo. Ripetendosi questi cangiamenti, pei quali ha luogo un' attrazione ed una ripulsione successiva, la calamita voltaica riceve un celere moto rotatorio, nel quale, passando le estremità dell' elica dall' uno all' altro canaletto, succede una brevissima interruzione della corrente idro-elettrica, per cui si svolge nella spirale a filo lungo e sottile la corrente secondaria. Un congegno analogo disegnato vedesi nella fig. 7, A essendo in questa una calamita a ferro di cavallo, posta per lo più orizzontalmente od anche verticalmente, come vedesi nella figura. Le due estremità di essa sono unite con una traversa B; C è una spranghetta di ferro dolce assai mobilmente imperniata nel mezzo, ed intorno alla quale è ravvolta una spirale di filo di rame fasciato di seta, i cui due capi *a b* piegati al disotto pescano in due canaletti *c d*, scavati in un pezzo di legno D sottoposto. Nella fig. 8 vedesi la parte superiore di questo pezzo di legno, ove i due canaletti sono interrotti in E da tramezzi del legno stesso o di vetro. Uno dei due canaletti *d* comunica con una delle piastre della coppia voltaica, mediante il filo *f*; l' altro canaletto *c* comunica mediante il filo *g*, con uno dei capi della spirale più grossa e più corta; l' altro capo della spirale grossa medesima comunica con l'altra piastra della coppia voltaica. In tal guisa si vede che la spranghetta C diviene una calamita temporaria, le cui polarità variano secondo che i capi *a b* si tuffano nell' uno o nell' altro dei canaletti *c d*, cioè secondo che la corrente va in un verso o nell' altro, col che ha luogo una serie continua di ripulsioni con la calamita permanente A, pel che la spranghetta C acquista un moto rotatorio rapidissimo interrompendo ad ogni giro il circuito e producendo con ciò correnti d' induzione che si succedono rapidissime nella spirale di filo sottile.

Se questi ultimi mezzi hanno da una

parte il vantaggio notabilissimo di fare che la macchina possa operare da sè, non conviene tacere avere dall' altro il discapito di essere più delicati ad usarsi, e per la necessità di ben mantenere i contatti e pel bisogno d' invigilare che pel mercurio slanciato via, massime in quelli a moto rotatorio, le comunicazioni non cessino di aver luogo. Inoltre sembra essersi trovato occorrere un certo tempo, quantunque brevissimo, per la produzione delle correnti indotte, attesochè si è osservato che quando le interruzioni si succedevano con eccessiva velocità la intensità delle scosse e di altri effetti ottenuti affievolivasi notabilmente a segno di rendersi pressochè nulla.

Si fanno queste macchine in guisa da potersi chiudere in piccola cassettina, sostituendosi alla coppia voltaica a cilindro della fig. 5 una di quelle formata di una cassettina paralellogrammica di rame in cui ponesi una soluzione di solfato di rame, nella quale s' immerge un sacchetto rettangolare di pergamena od anche semplicemente di tela molto fitta, nell' interno del quale mettesi dell' acqua acidulata in cui si tuffa lo zinco. Sul coperchio del cassettino adattasi la calamita posta orizzontalmente, ed in mezzo alle braccia di quella la spranghetta rotatoria. Le comunicazioni si fanno nel chiudere il coperchio stesso, provvedendo acciò in quell' atto si eserciti una pressione fra le cime dei fili che vanno alla pila ed alla spirale grossa, e quelle di altri che vanno ai canaletti ripieni di mercurio dianzi accennati. Si regola la forza di queste macchine introducendo più o meno entro alle spirali la spranga di ferro dolce, ed in alcune avvi altresì sul coperchio una specie di mostra con indice, girando il quale si stabiliscono le comunicazioni con un tratto più o meno lungo della spirale sottile, la quale è perciò divisa in varii pezzi separati l' uno dall' altro, e che si congiungono col girare dell' indice. Questa ultima disposizione rende tuttavia più difficile il buon effetto della macchina a motivo delle molte comunicazioni che occorrono in essa di fare per semplice contatto o pressione.

Invece della coppia voltaica si può altresì adoperare in questa macchinetta la macchina magneto-elettrica di Clarke in addietro descritta, adattandovi l' induttore di quantità, l' interruttore ad essa adattato, facendo lo stesso uffizio in tal caso di quelli precedentemente descritti. Gli stessi effetti d' induzione con poche differenze si hanno dalla elettricità per attrito e da quella termica parimenti, ma così limitati finora da non isperarne grandi vantaggi alla pratica. L' applicazione del vapore all' ottenimento della prima di queste elettricità può forse dare nuovi ed inattesi risultamenti. Se questi si presenteranno, ne parleremo alla voce VAPORE, ed a quella TERMO-ELETTRICISMO diremo quanto più interessa dei fenomeni di quella specie.

Ecco alcuni degli effetti che si possono ottenere con questa macchina del Callan, suppponendola costruita a quel modo che nella fig. 5 si vede.

La ruota essendo in moto e la coppia voltaica in attività, se una persona impugna con le mani un poco umide i due cilindri d' ottone *H*, *H*, la corrente secondaria è obbligata a scorrere per le braccia della persona, e le scosse si succedono con tale rapidità ed energia, da non poterle sopportare che per pochi istanti.

Se si leva la molla *E* dal contatto dei denti della ruota *D*, e si assicurano in 4, 5, con le viti corrispondenti di pressione, due fili l' uno di ferro e l' altro di rame, poi quest' ultimo si avvolge ad una lima, su cui si striscia col filo di ferro, la corrente primaria, diretta sempre nello stesso verso, produce una numerosa serie di vive scintille fra la lima e l'estremità del filo di ferro.

Se alla lima si sostituisce una lamina di latta, la cui superficie siasi resa appositamente scabra per mezzo d' una lima; vi si sparge sopra della polvere da fucile, dell' argento fulminante, od alcune gocce d' etere: facendo strisciare l' estremità del filo di ferro su quella superficie della lamina, appariscono egualmente le scintille elettriche, per le quali s' infiammano quelle materie combustibili.

Rimessa la molla al suo posto primitivo, se si fanno comunicare i fili *K*, *K* con le estremità di quelli d' un voltametro *(a)*, la corrente primaria ad ogni interruzione della molla è obbligata ad attraversare l' acqua contenuta in quello strumento, ed opera su questo liquido la decomposizione nei due elementi ossigeno ed idrogeno. Questa esperienza merita di essere ben esaminata dai seguaci della dottrina del contatto per la spiegazione dei fenomeni voltaici.

Sostituendo al voltametro due lamine di platino, fra le quali si pone una carta bagnata con una soluzione di ioduro di potassio, dopo pochi giri della ruota, una macchia che apparisce su quella carta indica la decomposizione di quella materia.

Questi effetti non richiedono una grande coppia voltaica; Bachofner gli ha ottenuti ed esposti dinanzi alla Società elettrica di Londra con una coppia di rame e zinco del peso complessivo di 113 grani inglesi, equivalenti a poco più di 73 gramme.

Con un apparato di questo genere, ma con un interruttore simile a quello della fig. 6, De la Rive giunse ad avere effetti chimici molto possenti. Osservò di fatto che l' aumento di forza chimica di una pila per l' aggiunta di varie coppie dipende soltanto da ciò che la corrente della prima passando sulla seconda aumenta quelle azioni chimiche che in essa hanno luogo, e quella di queste due cresce quella di una terza e così di seguito; quindi riflettè doversi poter avere lo stesso effetto adoperando la corrente stessa di una coppia per accrescere la sua propria intensità, in vece che ricorrere all' uso di una seconda coppia. Chiamò *condensatore elettro-chimico* l' apparato assai semplice col quale gli riuscì porre ad effetto quella sua idea. Il principio consiste nell' impiegare la corrente della coppia voltaica a produrre in pari tempo una corrente d' induzione attraverso la coppia stessa in un senso che produca l' effetto di ossidare lo zinco, e disossidare il solfato di rame o l' acido nitrico. In tal guisa questa corrente produce sulla coppia lo stesso effetto che darebbe la corrente di un' altra coppia. Consiste l' apparato in un pezzo di ferro dolce cinto di un grosso filo di metallo fasciato di seta. La corrente della coppia attraversa il filo, e calamita il pezzo di ferro; tosto una piccola asta mobile di rame, cui è unito un pezzetto di ferro, viene attratta dal ferro calamitato, e si solleva in modo da interrompere il circuito. Svolgesi allora nel filo una corrente di induzione che attraversa la coppia, e questa corrente, unita a quella della coppia medesima così rinforzata, attraversa il voltametro e decompone l' acqua. Il ferro dolce non essendo più calamitato in allora l' asta di rame ricade, il circuito si chiude di nuovo, il ferro dolce torna a calamitarsi e si ripete la stessa azione di prima. Mediante questo apparato una coppia di Grove che decompone l' acqua solo assai leggermente, ed una coppia di Daniel che non la decompone sensibilmente, divengono capaci di decomporla con grande energia. Una coppia di

(a) Chiamasi voltametro nelle moderne dottrine elettro-chimiche quel piccolo apparato di decomposizione che misura l' energia d' una corrente elettrica dalla quantità di gas che si sviluppa nella decomposizione stessa dell' acqua contenutavi.

perossido di piombo, che dava 9 centimetri cubici di gas al minuto, ne diede immediatamente 18 introducendo l'apparato nel circuito. I gas non riescono mesciuti per questo, la corrente d'induzione andando sempre nello stesso verso che quella di una coppia; quindi si possono raccogliere separatamente con la massima facilità e trovansi nelle esatte proporzioni che costituiscono l'acqua. De la Rive crede quindi che il condensatore elettro-chimico possa con vantaggio venire introdotto nelle applicazioni metallurgiche.

Riassumendo i risultamenti delle sue ricerche il De la Rive osserva avere stabilito potere una sola coppia produrre effetti chimici anche possenti ed averlo provato: 1.° mostrando che la corrente si trasmette assai meglio nel vuoto dove l'aderenza dei gas alla superficie degli elettrodi è minore; 2.° mostrando che la corrente di una coppia resa alternativa mercè l'uso di un commutatore attraversa assai facilmente un voltametro a lame di platino cariato con acqua acidula; 3.° che lo stesso ha pure luogo per la corrente diretta quando se la fa passare per un voltametro attraversato in pari tempo da una corrente d'induzione diretta in senso opposto a quello della coppia; 4.° costruendo una coppia in cui sostituivasi al platino un perossido, e massime il perossido di piombo, che rende questa coppia, anche costrutta con semplice acqua acidula con un poco di acido solforico, capace di decomporre l'acqua con grande facilità, quasi ottenendo i gas separati; 5.° adoperando la corrente della coppia a produrre una corrente d'induzione, la quale adoperando la coppia in un voltametro somministrò per quasi [illegible] a parità di [illegible]

Venendo ora alle particolari avvertenze necessarie per l'applicazione del magnetismo a rinforzare gli effetti della pila, a quel modo che fatto abbiamo per le macchine magneto-elettriche, torniamo qui utili le osservazioni sugli effetti della induzione fattesi da Noad, da Abria e da Henry, le quali perciò appunto vennero da noi riferite più addietro in questo articolo anzichè aspettar di parlarne all'altro PILA *voltaica*. Aggiungeremo altre osservazioni fattasi da Peltier, delle quali ci siamo riservati di far qui parola, per ciò che in esse si procedette sempre con l'intervento del ferro nelle spirali.

Imaginò adunque il Peltier una interessante esperienza atta a mostrare gli effetti magnetici per induzione, secondo che questi provengono dalla riunione di molte correnti uguali o di correnti che agiscano reciprocamente fra loro, sovrapponendosi l'una sull'altra. Formò egli 5 eliche sovrapposte ravvolgendo successivamente sopra un tubo di vetro un filo di rame fasciato di seta, poi su questo filo un altro simile, e così di seguito. Essendo libere le estremità di queste 5 spirali potevasi far uso a volontà dell'una o dell'altra di esse, oppure riunire con le loro estremità quante spirali volevasi, od anche farne una sola elica riunendo le estremità della prima col principio della seconda, la estremità di questa col principio della terza, e così per le altre. Egli chiama A B C D E l'ingresso di queste cinque spirali ed A' B' C' D' E' l'uscita di esse ed in tutti gli esperimenti introdusse sempre nelle spirali la stessa sprenga da calamitarsi.

Operando con la prima elice, i cui capi comunicavano con un moltiplicatore di un solo giro, ebbe la deviazione di 5 gradi; con un moltiplicatore di un grosso filo che aveva 10 giri fu di 30 gradi; con un altro di 2000 giri fu di 35 gradi soltanto. Raccogliendo l'elettricità svoltasi riunendo

la cima B con quella A e l' altra B' con A', il moltiplicatore ad un giro diede 10 gradi; quello a 10 giri 35; quello a 2000 giri 35. Avendo riunito tutte le 5 eliche a questa guisa, ebbe una deviazione quattro volte maggiore di quella che aveva ottenuto da una sola col moltiplicatore ad un giro; fu doppia con quello a 10 giri, e non produsse alcun cangiamento su quello a 2000 giri. Adoperando conduttori di $1^{mm},4$ in vece che di $0^{mm},8$, ebbe effetto più che doppio sul moltiplicatore a 10 giri; poco effetto con quello ad un solo giro e nessuno su quello a 2000 giri: il filo più grosso adunque lasciò scorrere più facilmente la elettricità indotta.

Riunendo invece le eliche in guisa che formassero un solo circuito non ebbe alcun aumento d' effetto sul moltiplicatore ad un solo giro, e neppure su quello a 10 giri, quando il filo aveva un diametro di $1^{mm},11$; ma ne ebbe uno molto forte quando il filo era di $0^{mm},8$ soltanto. Col moltiplicatore a 2000 giri l' effetto aumentò da 35 a 90 e più gradi. Interponendo un sifone d' acqua fra le cime di rame, la deviazione che con una sola spirale era di due gradi, divenne con tutte 5 di 12°. Interponendo un sifone d' acqua acidulata con cime di platino la deviazione fu di mezzo grado con una spirale, di 4 gradi con 5. Impiegando una piccola spranghetta rotonda del diametro di 3^{mm}, la deviazione fu con una spirale di 7° e con tutte 5 di 22°. Ben s' intende che queste tre ultime esperienze si fecero con un moltiplicatore di 2000 giri. Peltier osservò che l' effetto aumentava quanto più era grande l' ostacolo.

Venendo all' altra parte dell' apparato, cioè al ferro da introdursi nelle spirali, si è detto all' articolo INDUZIONE come lo Zantedeschi osservato avesse quanto giovi introdurlo tanto nella spirale inducente che in quella indotta.

Interessantissimi poi sono gli esperimenti fatti dal Dove sulle relazioni fra i fenomeni d' induzione che sviluppansi nelle diverse specie di ferro, di ghisa e di acciaio, trovandosi queste sostanze in condizioni identiche per magnetizzarle.

Aveva egli esperimentalmente riconosciuto il fatto già in addietro notatosi da altri ancora che la polarità prodotta nel ferro battuto da una corrente elettrica non isvaniva compiutamente al cessare di questa, e che un magnetismo in direzione opposta eccitava sempre una forte corrente d' induzione in una spirale che inviluppasse il ferro, non che il rinnovamento della polarizzazione primitiva del ferro nello stesso senso. Questo principio di aumento, che fondasi sull' invertimento della polarità, manifestasi più evidentemente ancora con l' acciaio temperato o no e col niccolo, imperciocchè il magnetismo che rimane in questi corpi dopo l' apertura del circuito è molto maggiore che col ferro battuto. L' acciaio non temperato pertanto, il quale con una polarizzazione ripetuta nello stesso senso produce una corrente d' induzione più forte dell' acciaio temperato nelle medesime circostanze, è in vece superato da quello quanto a forza induttiva quando la polarità di quest' ultimo è invertita, mentre nell' acciaio non temperato se la fa agire sempre nello stesso verso. Altre ricerche del Dove mostrarono aver luogo gli stessi fenomeni fra la ghisa e l' acciaio, ed anzi esservi alcune specie di ghisa le quali, mediante l' aumento dovuto all' invertimento della polarità, superano in forza induttiva il ferro battuto, essendo in vece a quello inferiori per la polarizzazione nello stesso senso.

Prese il Dove 9 cilindri di ferro di uguale grandezza, lunghi 11 pollici e 7 linee ($0^{m},294$) e del diametro di 11 linee e mezza ($0^{m},024$). Due di essi erano di ferro battuto, uno di acciaio non temperato,

uno di acciaio temperato, uno di ghisa greggia quale usciva dal crogiuolo del forno fusorio, uno di ghisa grigia tratta da un fornello di rifusione ad aria calda, uno di ghisa bianca di crogiuolo, uno di ghisa bianca del fornello di rifusione all' aria fredda ed uno di ghisa grigia pure all' aria fredda. Questi cilindri di ferro furono introdotti a due a due in due viti di legno simili con un foro cilindrico nel mezzo, nei cui passi uguali ravvolgeva spiralmente un filo di rame del diametro di due linee e mezza (o^m,0053). Queste spirali di 29 giri furono riunite insieme con un filo che servì a compiere un circuito galvanico per magnetizzare i cilindri. Questo circuito agiva per induzione sopra spirali di 224 giri di un filo di rame del diametro di mezza linea (o^m,001) fasciato di seta, assicurato sopra tubi di cartone nei quali erano infilate le spirali magnetiche. Queste spirali congiunte alternativamente l'una con l' altra davano il modo di conoscere l' equilibrio della corrente in un galvanometro la direzione della corrente, o quella della corrente più forte. Ciascuno dei nove cilindri, senza far cangiamento in una delle spirali, venne paragonato cogli altri otto che erano alternativamente introdotti nelle altre spirali; in seguito questi otto cilindri vennero poscia introdotti in quella spirale in senso opposto, per guisa che, la corrente galvanica camminando sempre nello stesso senso venivano magnetizzati in senso opposto di prima. Siccome le primé esperienze dimostrato avevano che per le indicate lunghezze, un filo attraversato per lungo tempo da una corrente galvanica, oppone una resistenza, la quale è la medesima pel passaggio di una corrente che vada in direzione opposta, come se la corrente fosse rimasta la stessa, così la polarità sarebbesi potuta rovesciare con un commutatore senza cangiare la posizione del cilindro; tuttavia, per evitare ogni differenza che potesse risultare da questo mezzo, si adottò il primo metodo di osservazione.

Queste esperienze diedero i risultamenti che seguono nei quali una polarità che non si cangia indica un nuovo magnetismo nello stesso senso in cui venne eccitato dapprima, ed un invertimento indica un magnetismo in senso opposto a quello che aveva avuto luogo per lo innanzi.

1.° Per una polarità permanente, la quale non cangi direzione, tutte le specie di ghisa agiscono più debolmente dei ferri battuti; con una polarità variabile o che si cangia, la corrente agisce con più forza sulla ghisa grigia o bianca all' aria fredda che sul ferro battuto; con una forza pressochè uguale sulla ghisa bianca e su quella di crogiuolo; più debolmente sulla ghisa grigia greggia e sulla ghisa grigia all'aria calda. Le ghise più dure e che conservano più a lungo il magnetismo ricevuto dopo l' apertura del circuito sono quelle altresì che cangiano maggiormente quando mutasi il loro posto nella serie.

2.° Per una polarità permanente, oltre alla ghisa grigia greggia, tutte le specie di ghisa agiscono più debolmente per induzione dell' acciaio non temperato; con l' invertimento della polarità all' opposto tutte le specie di ghisa superano l' acciaio non temperato, quando non si cangia la sua polarità. Se invece mutasi la polarità dell' acciaio non temperato senza far subire modificazioni a quelle della ghisa, il primo agisce con più energia che tutte le specie della seconda.

3.° Con una polarità permanente tutte le ghise agiscono più fortemente dell' acciaio temperato e specialmente la ghisa grigia ad aria calda; con una polarità variabile della ghisa questa differenza si aumenta; ma se invece si inverte la polarità

dell'acciaio temperato senza alterare quella della ghisa, l' acciaio allora ha una azione più possente.

4.° La stessa analogia si ritrova nelle relazioni delle varie specie fra loro. Con una polarità permanente la ghisa grigia del fornello di fusione agisce con più energia; poscia viene la ghisa grigia del fornello di rifusione ad aria calda; poi la ghisa bianca di crogiuolo; quindi la ghisa grigio-bianca del fornello di rifusione ad aria fredda. L' invertimento della polarità dà sempre la preminenza a quella ghisa di cui cangiossi la polarità.

Nelle esperienze precedenti, paragonando l' acciaio temperato e quello non temperato, erasi notato nell' invertimento della polarità un fenomeno particolare, vale a dire la stessa deviazione dell' ago del galvanometro delle spirali di induzione, tanto nel chiudere il circolo galvanico che serve a magnetizzare il ferro come nell' aprirlo. Sembra potersi spiegare questo fenomeno osservando che quando si chiude il circuito la corrente di induzione dell' acciaio temperato, la cui polarità in allora si muta, diviene dominante, mentre invece nell' aprirlo prevale quella dell'acciaio non temperato, sicchè ha luogo la stessa deviazione per effetto di un doppio invertimento. Si manifestano fenomeni affatto simili per la ghisa, con la sola differenza che bisogna aprire e chiudere il circolo più volte perchè avvenga quel fenomeno che con l' acciaio temperato manifestasi quasi immediatamente dopo chiuso il circuito. Dietro a ciò sembrerebbe che la ghisa, e quella bianca principalmente, resista con più forza dell' acciaio all' invertimento della polarità.

Ad oggetto di vedere se i risultamenti indicati dalle deviazioni dell' ago del galvanometro sussistessero anche per l' azione fisiologica, si introdussero nelle spirali magnetizzanti forti spirali di induzione il cui filo aveva in tutto la lunghezza di 800 piedi (243^m,8); ponendola in comunicazione ebbersi scosse senza l' aiuto del ferro, anche quando con una interruzione continua le estremità delle spirali di induzione prendevansi col disgiungitore a manichi umidi, senza toccare alcun metallo. La introduzione dei cilindri di ghisa rese le scosse molto più forti. Riunironsi allora alternativamente le spirali di induzione e si introdussero i cilindri di ferro battuto; in questo caso ebbesi una forte scossa da ciascuna delle spirali in particolare e nessun effetto da due di esse riunite. Ponendo allora in una delle spirali un cilindro di ferro battuto e nell' altra un cilindro di ghisa, ebbesi dalla prima una scossa più forte che dalla seconda, e tutte due riunite diedero una scossa che dipendeva solo dall' eccesso di una corrente sull' altra. La differenza fra il ferro battuto e l' acciaio fu ancora maggiore.

Per determinare da quale cilindro provenisse la scossa ritiravasi lentamente l' uno di essi dalla spirale che lo conteneva, mantenendo frattanto in azione l' interruttore. Il toglimento del cilindro più debole diede sempre scosse più forti; mentre invece, se si levava il più attivo, le scosse si andavano affievolendo fino ad un certo punto al quale svanivano del tutto. Oltrepassando questo limite ottenevansi nuove scosse che andavano crescendo di forza da parte della corrente inversa. Si vede che la misura dell' allontanamento dà un modo di valutare due correnti che agiscono reciprocamente l' una sull' altra. La ghisa grigia di crogiuolo, mostrossi molto più energica dell' acciaio temperato o no. La ghisa bianca durissima del forno fusorio ad aria fredda diede presso a poco gli stessi effetti dell' acciaio non temperato, ma superò di molto quello temperato.

Da questi esperimenti e da altri precedentemente fatti, il Dove concluse che nella costruzione delle macchine elettro-ma-

gnetiche, nelle quali cercasi un movimento dalle calamite temporarie, si ottiene sempre un' azione più possente pel continuo rovesciamento della polarità del ferro che con semplici interruzioni. Ma siccome invece una macchina magneto-elettrica nella quale, come in quella di Callan, l' effetto di induzione di una calamita temporaria unitamente all' uso di un calorimotore trasmette la forza facilmente attraverso una serie di 20 persone, la interruzione della corrente senza invertimento sembra meritarsi la preferenza, a motivo della semplicità di costruzione, la intensità ottenuta anche in tal modo essendo grande abbastanza. Dalle esperienze che abbiamo riferite risulta inoltre aversi effetti fisiologici molto forti con la ghisa grigia; ma anche quella bianca temperata o dura e l' acciaio temperato aumentare notabilmente gli effetti dei fili di induzione.

Fa poi notare il Dove la differenza d' azione delle correnti magneto-elettriche, le quali, mentre sembrano in equilibrio pel galvanometro, danno scosse molto vive, ed i cui effetti fisiologici invece trovansi neutralizzati mentre mettono in moto con molta energia l' ago magnetico. Un grande numero di esperimenti che si appoggiano e si confermano a vicenda sembra dimostrare che per le correnti elettriche ottenute tanto col galvanismo che per induzione la decomposizione dell' acqua sia proporzionale alla forza della corrente misurata dal moltiplicatore. Siccome tuttavia sovente si ricorre all' effetto fisiologico sul corpo umano per giudicare in certe condizioni della forza di una corrente, così si ammise che nelle correnti magneto-elettriche l' azione fisiologica stesse in proporzione alla deviazione dell' ago calamitato ed alla quantità di gas del voltametro. Da molto tempo erasi nullameno ritrovata notabile differenza a questo riguardo per la elettricità delle macchine, poichè la scintilla, per esempio, di

una boccia di Leida che produce una viva scossa non ha effetto alcuno per deviare l' ago calamitato. Cercossi spiegare questa diversità di azione di una corrente prodotta dalla scarica di una boccia di Leida e della corrente che si svolge nel filo congiuntivo di un circolo galvanico con la istantaneità della prima e con l' azione continua invece della seconda. Le correnti magneto-elettriche si possono produrre in due guise: lentamente col moto di un conduttore vicino ad una calamita, e prontamente con la cessazione o col porsi in attività di una corrente elettrica o di una polarità magnetica presso ad un conduttore. Dovevasi quindi supporre che la corrente prodotta dal ravvolgimento di un filo intorno ad una calamita di acciaio somiglierebbe per le sue proprietà ad una corrente galvanica; mentre invece quelle ottenute dall'elettro-magnetismo e dalla induzione del filo congiuntivo manifesterebbero piuttosto i fenomeni della elettricità delle macchine. Tuttavia siccome nel primo caso la forza della corrente che decresce con la velocità del movimento del fascio dei fili, è compensata nella sua azione totale sull' ago dalla durata che decresce in ugual proporzione, ed il ferro non sì tosto è giunto al massimo della sua polarità che la perde, così non sospettavasi che alcune delle correnti magneto-elettriche potessero esercitare una energica azione fisiologica senza avere influenza sull' ago, ed altre invece condursi in maniera affatto contraria.

Anche il nostro Marianini fece interessanti ricerche sulla influenza delle diverse qualità del ferro circa alla facoltà sua di magnetizzarsi per le correnti elettriche e principalmente sul modo diverso di comportarsi in tal caso del ferro e dell' acciaio. Operava egli ne' suoi esperimenti mediante scariche ottenute dalla boccia di Leida, ed il filo o cilindro di ferro sul

quale voleva sperimentare l' azione magnetizzante di una corrente elettrica, veniva collocato in un tubo di vetro circondato da una spira di filo di rame fasciato di seta, ed in modo che l' asse del cilindro coincidesse con l' asse del tubo, e facesse un angolo retto col sottoposto ago magnetico. Le correnti si facevano agire sul ferro ponendo in comunicazione l' armatura esterna della boccia di Leida con un capo della spira e l' interna con l' altro. La magnetizzazione poi operata sul ferro dalla scarica della bottiglia veniva indicata dalla deviazione stabile del detto ago.

Per istabilire il confronto fra l' acciaio ed il ferro dolce riguardo a siffatte magnetizzazioni, prese il Marianini due cilindri uno per ciascuna di queste sostanze, i quali, avendo entrambi 8,5 centimetri di lunghezza, pesavano sì l' uno che l' altro gramme 2,79.

Il cilindro di ferro dolce, trattato con una corrente d' una boccia piccola, carica alla tensione di dieci gradi, si calamitò a segno da tener l' ago deviato a + 14°. Fu tormentato poi a lungo e ripetutamente con più gagliarde correnti, per le quali giunse a tener deviato l' ago a + 58° : nè si potè ottenere di più replicando altre quattro volte lo stesso trattamento. Il Marianini ridusse poi l' ago a zero con lo scaricare sulla spira in senso contrario tre volte la detta bottiglia carica alla tensione di 20 gradi, e due volte a quella di 15. Poscia con la boccia carica, come da principio a 10 gradi, scaricata del pari sulla spira, ottenne la deviazione di + 18°, nè con ulteriori tentativi potè ottenere di più.

Tolto il filo di ferro dalla spira, e messo al suo posto quello d' acciaio, l' ago sottoposto segnava zero, ed avendo calamitato questo filo con lo scaricare sulla spira la boccia carica alla tensione di dieci gradi, l' ago si portò a + 8.° 30′. Tormentato poi a lungo con correnti della stessa boccia adattate ad accrescerne il magnetismo, la massima deviazione che mantenne fu di 62°.

Per distruggere questa magnetizzazione fu duopo scaricare sulla spira in direzione contraria sei volte la boccia carica alla tensione di venti gradi, e quattro volte a quella di diciotto. Ridotto così allo zero l' ago calamitato, si scaricò come dapprincipio sulla spira la boccia carica alla tensione di dieci gradi, e la magnetizzazione acquistata dal filo d' acciaio fece tener l' ago a + 12.° 30′ : fu questo l' effetto massimo che con quella corrente si potesse ottenere.

Rilevasi pertanto da queste sperienze:

1.° Che l' acciaio, a parità di circostanze, richiede una corrente più forte del ferro dolce per acquistare una data forza magnetica.

2.° Che può ricevere una magnetizzazione più forte del ferro dolce.

3.° Che per togliere il magnetismo dall' acciaio si richiedono correnti più gagliarde di quelle che sono sufficienti a toglierlo dal ferro.

Le quali cose si erano già osservate da gran tempo rispetto alla magnetizzazione operata mediante le calamite. (*V.* MAGNETISMO).

Non è solamente l' acciaio che, a parità di circostanze, offre rispetto al ferro notabili differenze nel magnetizzarsi: ma anche le diverse qualità di ferro danno occasione a molte variazioni. Il Marianini accenna la seguente come una delle anomalie più singolari che abbia vedute.

Un cilindro di ferro, lungo al solito otto centimetri e mezzo, del peso di 56 gramme, sufficientemente ricotto, e che ad altro non aveva servito di che venne tratto dal rotolo del quale faceva parte, fu posto nella spira, e trattato con le correnti della bottiglia piccola e la massima magnetiz-

zazione che acquistò fu tale da fargli tener deviato l'ago a + 16°. 30′. Con la corrente di dieci gradi di tensione, il massimo effetto fu la deviazione di 9°, effetto molto minore di quello ottenuto sopra un cilindro di altro ferro dolce che pesava diciannove gramme, vale a dire poco più che la terza parte del peso dell'altro cilindro, poichè con quello, come vedemmo, si ottenne una magnetizzazione sufficiente a deviare l'ago di + 12°.30′. È inutile avvertire che la distanza dell'ago magnetico dall'asse della spira, e le altre circostanze nelle due esperienze erano pari.

Oltre alle precedenti osservazioni del Dove e del Marianini sull'influire della qualità diversa del ferro; non è pure da trascurarsi di tener conto della varia disposizione e facilità di magnetizzarsi che esso tiene secondo che venne precedentemente magnetizzato in un senso o nell'altro, a tenore di quanto osservossi fino dal 1822, come accennammo a pag. 184 nell'articolo MAGNETISMO, e come verificò il Marianini medesimo.

Interessanti esperienze istituì pure il Marianini per conoscere come varii la forza magnetica prodotta da una data corrente sopra un filo di ferro al variare della grossezza di questo filo medesimo. Aveva egli pertanto veduto, come dicemmo, che i ferri anche tratti dallo stesso rotolo, non avevano tutti la stessa suscettibilità a magnetizzarsi per le correnti elettriche; imperocchè sebbene fossero tutti della stessa qualità di ferro, pure se ne trovavano spesso parecchi dotati di magnetismo, nè tutti allo stesso grado, ma qual più, qual meno; donde ne veniva che non tutti potevano avere la medesima suscettibilità a magnetizzarsi. Perciò due fili di ferro, trattati con la stessa corrente, potrebbero acquistare differenti gradi di magnetismo indipendentemente dalla loro grossezza; solo perchè avendo l'un d'essi avuto già del magnetismo e l'altro no, oppure avendone avuto entrambi, ma in dose disuguale, fossero diversamente suscettibili di magnetizzarsi. Affinchè siffatta circostanza non avesse ad influire nell'alterare i risultamenti, il Marianini si diede cura di ridurre tutti i ferri che servir dovevano a questi esperimenti alla suscettibilità massima, per poter poi paragonare fra loro gli effetti prodotti nei ferri di differenti grossezze da una data corrente. Descriveremo la prima di queste esperienze con qualche estensione, acciocchè meglio si conosca il metodo che tenne in questa fatta di indagini.

Un filo di ferro dolce, lungo 8 centimetri e mezzo, e che pesava 19 decigrammme, nuovo, lucido e non mai adoperato, venne messo nel solito tubo circondato dalla spira, l'asse del quale era distante 3 centimetri e mezzo dal sottoposto ago calamitato. Il filo aveva un po' di magnetismo, pel che teneva deviato il detto ago di + 2°, cioè col polo sud a due gradi verso l'ovest. Si tolse prima di tutto quel magnetismo dal ferro invadendo la spira con alcune piccole correnti eccitate da una boccia di Leida d'un centimetro quadrato di superficie armata, e dirette dall'est all'ovest. Indi si scaricò sulla spira nella direzione dall'ovest all'est la detta boccia, carica alla tensione di dieci gradi, tensione che Marianini prese come normale in questa serie di esperimenti, e la magnetizzazione fu tale che l'ago andò a + 7°.

Dopo di ciò tormentossi quel ferro con tre correnti gagliarde eccitate dalla stessa boccia carica alla tensione di 30 gradi, col che si conseguì tanto magnetismo da tenere deviato l'ago a + 16°.

Distrutto in parte questo magnetismo, mediante una corrente contraria, si replicarono le scariche, dirette al solito, con

tensioni di 30, e di 17 gradi; e l'ago si portò a + 23°. Si distrusse ancora parte del magnetismo; poi con le correnti eccitate dalla stessa boccia, carica alle tensioni di 30, di 20, di 10 e di 6 gradi *(a)*, l'ago si portò fino a + 25°. A questo punto, mediante scariche dirette al contrario delle precedenti, si levò dal ferro tutto il magnetismo sì che l'ago segnava zero, poscia si scaricò sulla spira la boccia carica alla tensione di 10 gradi, e l'ago si portò a + 12°.

Tormentossi di nuovo quel ferro con correnti adattate ad accrescere il magnetismo, e lo si portò ancora al segno da tener deviato l'ago a + 25°; quindi ridotto di nuovo a zero, e di nuovo magnetizzatolo con la corrente della boccia carica alla tensione di dieci gradi, l'ago si fermò a + 12°.

Così non avendo potuto ottenere di più da un'altra prova, ritenne il Marianini che per quel filo di ferro la massima forza magnetica che con quella boccia potevasi conseguire, fosse quella per cui valeva a tenere deviato l'ago, nelle dette circostanze, a + 25°, e la massima suscettibilità secondaria, relativa alla tensione di 10 gradi della data boccia, fosse quella di poter magnetizzarsi tanto da tener l'ago deviato a + 12°.

(a) Si noti non essere a caso che queste correnti, con le quali si tormenta quel ferro, furono decrescenti; ma è appunto per poter rinforzare il magnetismo. V'ha una certa saturazione relativa, per la quale, quando un ferro con una data corrente non acquista ulteriore forza magnetica, conviene operare con una corrente più debole se si vuole calamitarlo d'avvantaggio: mentre per contrario la corrente più gagliarda per lo più lo smagnetizza alquanto.

Una riprova, che questo era il massimo effetto che conseguire si poteva con quella tensione, traeva dalla niuna o piccolissima deviazione che si otteneva quando, ricondotto l'ago a zero, si scaricava sulla spira in verso contrario, cioè dall'est all'ovest, la boccia carica alla tensione di 10 gradi.

2.ª Un altro filo di ferro dolce lungo come il precedente, ma pesante gramme 7,5, non aveva sensibile magnetismo, sicchè messo entro la spira, l'ago sottoposto non deviava. Magnetizzatosi con la boccia piccola carica a dieci gradi, l'ago andò a + 9°. Dopo aver trattato quel ferro con correnti gagliarde e replicatamente, presso a poco come si fece nell'esperimento ora descritto, fu aumentata la sua suscettibilità secondaria in modo che, spogliato d'ogni magnetismo con le solite correnti contrarie, e poscia trattato con la corrente della boccia solita carica a 10 gradi, teneva deviato l'ago di + 15°. 30′.

3.ª Il massimo effetto conseguito da un filo della detta lunghezza e del peso di gramme 11,4 magnetizzato con la predetta boccia, carica alla tensione di 10 gradi, fu una deviazione di + 18°. 45.

4.ª Con un filo o cilindro di ferro, il cui peso era di gramme 20,05, il massimo effetto ottenuto con la solita scarica della piccola boccia a dieci gradi di tensione, fu la deviazione di + 19°,30′.

5.° Un altro filo del peso di 29 gramme diede per massimo effetto la deviazione di 20°,45′.

6.° Finalmente un cilindro, il quale pesava gramme 73,36, diede per massimo effetto una deviazione di + 19°,40′.

Riportiamo nella seguente tabella i risultamenti di queste sei esperienze.

zazione che acqui
tener deviato l'a
la corrente di die
massimo effetto fu
effetto molto min
sopra un cilindro
pesava diciannov
poco più che la
l'altro cilindro,
vedemmo, si ott
sufficiente a dev
È inutile avve
l'ago magnetic
altre circostanz
no pari.

Oltre alle
Dove e del
qualità diver
trascurarsi di
sizione e faci
tiene second
magnetizzato
tenore di q
come accen
lo MAGNETIS
ni medesim

Interes
Marianini
ta magn
rente sop
grosezza
egli nella
i ferr
non av
magne
impero
stessa
spesso
tutti ali
meno
potevan
a magn
trattati
acquista
indipend

carica a dieci gradi di tensione, vedesi pure sperimentando con correnti eccitate dalla boccia stessa carica a tensioni più grandi o più piccole, come il Marianini provò con tensioni di cinque, di otto e di quindici gradi. Se non che con le correnti eccitate da tensioni di pochi gradi, vide apparire più presto la diminuzione di effetto che ha luogo sperimentando coi cilindri più grossi. In fatti prese i due cilindri uno de' quali pesava 73,36 gramme, e l' altro 20,05, i quali, come dicemmo, acquistavano la forza di tener deviato l'ago presso a poco allo stesso grado quando venivano magnetizzati con la corrente eccitata dalla solita boccia caricata alla tensione di dieci gradi: dopo di essersi assicurato che conservavano la suscettibilità massima acquistata, avendoli trattati entrambi con la detta boccia carica alle tensioni di sei e di cinque gradi, non si avvidde di alcuna differenza nelle forze magnetiche conseguite; poichè sì l' uno che l'altro teneva deviato l' ago magnetometrico di 14° nel primo caso e di 13°,15' nel secondo. Ma il risultamento medio di tre esperienze, fatte con la tensione di tre gradi, fu pel cilindro più pesante una deviazione di 7°,20, e pel più leggero una di 8° abbondanti.

Questa differenza di risultamenti, come che assai piccola, pure vedendola costantemente sussistere in parecchi esperimenti, sperava il Marianini di poter rendere più appariscente facendo uso di corrente molto più copiosa di elettrico, benchè dotata di poca tensione, nè si ingannava, poichè, scelta una bottiglia di Leida di capacità quindici volte più grande di quella adoperata nelle sperienze precedenti, e caricatala alla tensione di quattro gradi, la magnetizzazione acquistata dal cilindro più grosso che pesava gramme 73,36, fu tale, che teneva deviato l' ago a 19°, e quella acquistata dal più sottile gramme del peso di 20,05, fu tale che teneva deviato l' ago a 30°,30.

Replicò due volte questa esperienza, ed i risultamenti furono precisamente eguali a quelli veduti la prima volta.

Qualche altra serie d' esperienze istituite con la boccia grande condussero alla stessa conclusione, cioè che al crescere della grossezza del filo cresce la forza magnetica da esso acquistata per una data corrente, ma che tale aumento va decrescendo, per modo che si arriva ad un punto al di là del quale, aumentando ancora la grossezza del filo di ferro, il magnetismo prodotto da una data corrente scema, e ad un tale punto si perviene tanto più presto quanto è più grande la capacità della boccia, che si adopera per calamitare.

Anche in questi esperimenti sulle magnetizzazioni prodotte nei differenti fili di ferro con la boccia di grande capacità, Marianini suole far uso della boccia piccola per accrescere la suscettibilità secondaria nel ferro; poichè appena il ferro ha conseguito un po' di magnetismo, tosto la boccia grande smagnetizza invece di magnetizzare. È vero che si potrebbe conseguire lo stesso effetto anche con la boccia grande alternando le scariche a mediocre o ad alta tensione, le quali, se il ferro è già calamitato, per lo più smagnetizzano, con quelle a piccola tensione, le quali magnetizzano; o meglio obbligando le correnti eccitate dalla boccia grande a passare per uno strato d' acqua; poichè in questo caso, la boccia grande magnetizza come la piccola: ma torna assai più comodo il far uso di quest' ultima.

Le anomalie però osservate dal Marianini negli effetti di queste magnetizzazioni secondo la qualità diversa del ferro, come vedemmo alla pag. 428, gli fecero sorgere il dubbio che oltre la massa anche la qualità del ferro influire potesse sulle magnetizzazioni operate dalle correnti, e per ovviare a

tale inconveniente che poteva condurlo a conseguenze fallaci in luogo di cangiare la massa del ferro e di sostituire ad un dato filo o cilindro uno più grosso, provò a porne due, tre o più invece di un solo, e venne così condotto pel primo ad osservare il vantaggio che si ha per ottenere una forza magnetica più possente, dall' usare un fascio di molti fili anzichè una sola massa di uguale peso di ferro, come già venne accennato all' articolo MAGNETISMO (pag. 177).

Procurossi in vero il Marianini un buon numero di fili di ferro dolce, tutti della solita lunghezza di centimetri 8,5, tratti dallo stesso rotolo e non mai adoperati, ciascuno dei quali pesava gramme 0,92; collocò uno di questi nella spirale distante tre centimetri e mezzo dall' ago calamitato, e mediante la piccola boccia di Leida magnetizzò quel filo ripetutamente, fintantochè vide non potersi conseguire maggior effetto, e questa magnetizzazione massima che con la detta boccia potè ottenere, fu indicata dalla deviazione di + 33° del sottoposto ago. Distrutta poi questa magnetizzazione, e quindi ridotto allo zero l'ago suddetto, scaricò sulla spirale la boccia carica alla tensione di 10 gradi, e nella solita direzione dall' ovest all' est, e la magnetizzazione prodotta nell' ago fu tale che tenne deviato l' ago + 12°, nè fu possibile conseguire di più con siffatta tensione, neppure dopo avere nuovamente tormentato quel ferro con iscariche gagliarde della detta bottiglia.

Tolto questo filo dalla spirale ne collocò altri due all' oggetto di sperimentare sopra una massa doppia, e trattati questi fili insieme riuniti, come quello dell' esperienza dianzi descritta, la deviazione che indicava la magnetizzazione massima ottenuta con la boccia carica a dieci gradi, fu di + 14°,15'; e la massima magnetizzazione assoluta conseguita con la detta boccia venne indicata dalla deviazione di + 41°,30'.

Posti tre fili in luogo di questi due, che vennero levati dalla spira, n' ebbe la deviazione di + 19°,15' pel massimo effetto con la tensione di dieci gradi, e la deviazione di + 45° pel massimo effetto assoluto. Vedonsi registrati nella seguente tabella i risultamenti di questi esperimenti, e di altri otto che fanno serie con essi.

NUMERO dei fili	DEVIAZIONI CHE INDICANO la massima magnetizzazione conseguita con la piccola boccia di Leida carica alla tensione di dieci gradi.	DEVIAZIONI CHE INDICANO la massima magnetizzazione conseguita con la detta boccia carica ad altre tensioni.
1	12°	33°
2	14,15′	41,30
3	19,15	45
4	27	58,30
5	34,30	65
6	37,30	69
7	43	71,30
8	48	70
9	54	73
12	57	79
24	69	79,30

Da questi risultamenti il Marianini dedusse:

1.° Che la magnetizzazione cresce in una ragione molto minore di quella in cui cresce la massa o il numero de' cilindri di ferro magnetizzati:

2.° Che gli aumenti di magnetizzazione massima, relativa alla tensione di dieci gradi, ne' primi termini della serie vanno crescendo, poi in generale scemando, quantunque abbiano luogo parecchie oscillazioni:

3.° Che anche gli aumenti nella suscettibilità massima assoluta vanno in generale scemando, sebbene quivi pure v' abbiano oscillazioni:

4.° Dal confronto di questi risultamenti si vede che tali aumenti in complesso vanno scemando molto più lentamente che quando si opera sopra masse non divise.

Ma la cosa più importante, che da questi esperimenti si manifestava era quella che una data corrente genera in una massa di ferro divisa in più cilindri una magnetizzazione assai più forte di quella che produce in una massa eguale, ma foggiata in un cilindro solo. Videsi in vero in addietro (pag. 429), che un filo di ferro del peso di ventinove gramme, magnetizzato con la boccia piccola carica a dieci gradi di tensione, non tenne deviato l' ago, se non se di + 20°,45′; ed ora si vede che quattro fili insieme uniti, il peso totale de' quali eccede appena di 155 milligrammi l' ottava parte del peso dell' altro, ed in circostanze nel resto pari, acquistarono una forza magnetica maggiore, quale si è quella di tener deviato l'ago a + 27°.

Molte esperienze istituì il Marianini relativamente a questo fenomeno con fili di varie grossezze, e sempre vide verificarsi che quanto i fili di ferro erano più sottili,

tale inconveniente che poteva condurlo a conseguenze fallaci in luogo di cangiare la massa del ferro e di sostituire ad un dato filo o cilindro uno più grosso, provò a porne due, tre o più invece di un solo, e venne così condotto pel primo ad osservare il vantaggio che si ha per ottenere una forza magnetica più possente, dall' usare un fascio di molti fili anzichè una sola massa di uguale peso di ferro, come già venne accennato all' articolo MAGNETISMO (pag. 177).

Procurossi in vero il Marianini un buon numero di fili di ferro dolce, tutti della solita lunghezza di centimetri 8,5, tratti dallo stesso rotolo e non mai adoperati, ciascuno dei quali pesava gramme 0,92; collocò uno di questi nella spirale distante tre centimetri e mezzo dall' ago calamitato, e mediante la piccola boccia di Leida magnetizzò quel filo ripetutamente, fintantochè vide non potersi conseguire maggior effetto, e questa magnetizzazione massima che con la detta boccia potè ottenere, fu indicata dalla deviazione di + 33° del sottoposto ago. Distrutta poi questa magnetizzazione, e quindi ridotto allo zero l'ago suddetto, scaricò sulla spirale la boccia carica alla tensione di 1 [illegible]
solita direzione dall' ovest [illegible]
gnetizzazione prodotta nell' [illegible]
tenne deviato l' ago +
bile conseguire di più [illegible]
neppure dopo avere [illegible]
tato quel ferro con [illegible]
detta bottiglia.

Tolto questo fil[illegible]
locò altri due all[illegible]
tare sopra una [illegible]
questi fili insiem[illegible]
l' esperienza diam[illegible]
che indicava la [illegible]
ottenuta con la [illegible]
fu di + 14°,1[illegible]
zazione assolu[illegible]
boccia venn[illegible]
+ 41°,30.

Posti tr[illegible]
vennero l[illegible]
viazion[illegible]
con la [illegible]
zione di
luto. V
bella i
e di a

[redacted] per di-
che devia-
[redacted] gradi.
[redacted] col ferro
[redacted] egualmente anche
[redacted].
[redacted] otto centimetri
[redacted] 5,5, preso
[redacted] del numero 9,
[redacted] era distan-
[redacted] e mezzo. Tor-
[redacted] le correnti della
[redacted] a + 65°. Lo si
[redacted] la boccia sulla
[redacted] aria alla prece-
[redacted] di 19, 21, 22,
[redacted] con la boccia ca-
[redacted] gradi, e scaricata
[redacted] direzione, si magne-
[redacted] aio abbastanza per
[redacted] + 16°.
[redacted] d'acciaio, tratti da
[redacted] del numero 12, lun-
[redacted], ma tanto più sot-
[redacted] appena lo equilibravano,
[redacted] e trattati con la solita
[redacted] rono molto più facilmente
[redacted] grosso alla massima magne-
[redacted], la quale era tale da far tene-
[redacted] osto ago a + 77°. Mediante
[redacted] enti eccitate dalla stessa boccia
[redacted] le tensioni di 14, 21 e 18 gradi,
[redacted] al contrario delle precedenti, si
[redacted] alla magnetizzazione. Indi con la
[redacted] e di dieci gradi, diretta la scarica
[redacted] filo, que' ferri si magnetizzarono così
[redacted] tenere l'ago a + 64°.

[redacted] e adunque un dato numero di fili di
[redacted] ro o d'acciaio acquista per una data
[redacted] rente una forza magnetica più grande
[redacted] quella che acquista un filo, il quale da
[redacted] solo pesi quanto gli altri presi insie-
[redacted] e, è chiaro che, per ottenere un effetto
[redacted] guale a quello che si ha con un filo
[redacted] nico, si richiederà un numero di fili mi-
nore di quello che è necessario per formare una massa eguale a quella del detto filo unico, e che quanto più saranno sottili i fili, minore sarà il peso che se ne dovrà prendere per produrre, a parità di circostanze, l'effetto magnetico d'un filo più grosso.

Dall'effetto però che produce un numero di fili eguali in peso ad un filo dato, non sembra potersi dedurre il numero o peso dei detti fili necessario per produrre un effetto eguale a quello del filo dato, perchè quegli effetti non s'aumentano al crescere del numero de' fili con una ragione ben determinata. Volle tuttavia anche su ciò il Marianini interrogare l'esperienza.

I diciassette fili d'acciaio producevano una deviazione di 64°, quando erano magnetizzati con la tensione di dieci gradi, mentre nelle stesse circostanze il filo unico deviava l'ago solamente di 16°. Ora se la corrente elettrica imprimesse ne' fili una forza magnetica direttamente proporzionale al loro numero, siccome la forza che tiene deviato l'ago a 64° sta a quella che lo tiene deviato a 16° prossimamente come 89879 al 27563, seni dei due archi, ovvero come 17 sta a 5,22, così con cinque di que' fili messi nella spirale dovrebbesi, nelle circostanze di quell'esperimento ottenere una deviazione minore di 16°. Ma la cosa è ben differente, poichè con quattro soli la si ottiene già di oltre 23, e con tre fili si fa deviar l'ago di 15°,30′.

Così l'azione della boccia di Leida sopra cinque fili di ferro assai sottili fu eguale, quanto alla deviazione dell'ago magnetico, a quella che, a parità di circostanze, esercitava sopra un solo cilindro, il cui peso equivaleva a quello di settantasette di que' fili. Così per conseguire con la boccia carica a dieci gradi una magnetizzazione, per la quale l'ago deviasse di 9°,45′, cioè quanto conseguiva quel cilindro il cui peso era di gramme 11,375, bastarono

due di que' fili, de' quali quarantaquattro se ne richiedeva per formar un peso eguale. Infinite altre esperienze, manifestano pure che quando i fili sieno più sottili, minore è il peso che se ne richiede per ottenere con una data corrente l' effetto magnetico che, si ha a parità di circostanze, da un altro filo più massiccio.

Dietro a ciò fecesi il Marianini ad indagare donde venga adunque che un dato numero di fili di ferro o d' acciaio insieme uniti produca un effetto tanto minore della somma degli effetti, che que' fili separatamente cimentati possono produrre, e perchè ancora più piccolo sia l' effetto magnetico che una data corrente produce sopra un solo filo, il quale pesi quanto il numero dato di fili sottili.

Rispetto al primo problema, tre cagioni si presentano tosto alla mente come atte a portare una diminuzione di effetto al crescere il numero de' fili, e sono: 1.ª Che l' azione magnetizzante della corrente estesa su molti fili, riesca quindi meno intensa su ciascuno; 2.ª che i fili, i quali si trovano dalla parte dell' ago, intercettino parte dell' azione attrattiva e ripulsiva che sull' ago stesso eserciterebbero gli altri fili pel magnetismo conseguito; 3.ª che i fili più vicini alla spirale intercettino parte dell' azione magnetizzante della corrente che passa per la spirale stessa.

Tuttavia, benchè non s possa forse dubitare che tutte le accennate circostanze abbiano ad influire a scemar quell' effetto, pure sembrò al Marianini che le due prime, almeno nelle sperienze di cui parliamo, abbiano poca o nessuna influenza.

E quanto alla prima non pare che la forza magnetizzante della corrente elettrica abbia a perdere di energia per dover operare ad un tempo sopra più fili, poichè avendo allestiti quattro congegni magnetometrici, e posto un filo di ferro nella spirale di ognuno, la deviazione prodotta in ciascun ago fu per verità minore di quella che osservavasi allorchè si operava sopra ciascuno separatamente; ma ciò è da attribuirsi al più lungo cammino che in quel caso la corrente doveva fare per invadere le quattro spire. Ciò è tanto vero che quella diminuzione di deviazione si osservava anche quando, levati i fili di ferro da tre delle dette spirali, la corrente non aveva ad agire che sopra di uno solo, essendo per altro obbligata a percorrere anche le altre spirali.

Neppure la seconda delle dette cagioni sembra influire gran fatto nel diminuire l' effetto apparente della magnetizzazione operata sopra un fascio di fili di ferro. Marianini circondò un tubo di vetro d' un centinaio di fili di ferro, e messo questo tubo nella solita spirale, e veduto che non deviava punto l' ago magnetico, prese un filo d' acciaio calamitato e lo collocò entro il detto tubo, e l' ago stava deviato di 15°. Tolto quel tubo, e rimesso poi il filo magnetizzato entro la spirale, in modo che occupasse ancora lo stesso luogo rispetto al sottoposto ago, la deviazione di questo fu ancora sensibilmente di 15°.

Ma la cagione che abbiamo accennata in terzo luogo, quella cioè che i fili più vicini alla spirale impediscano in tutto od in parte che l' azione magnetizzante della corrente si propaghi agli altri, sembra avere la più grande influenza nel detto fenomeno. Marianini ne somministra una prova col seguente sperimento.

Diciotto fili di ferro, lunghi otto centimetri e mezzo, ciascuno del peso di otto decigramme, vennero disposti mediante un po' di cera sulla superficie convessa d' un tubo di vetro in guisa che fossero paralelli all' asse del medesimo, e lo rivestissero tutto all' intorno. Questo tubo così rivestito di fili di ferro fu posto nella solita spirale, il cui asse trovavasi distante sei

centimetri dall' ago calamitato. La massima magnetica, che si potè far conseguire quei fili mediante la piccola boccia carica forti ed a mediocri tensioni, fu tale da tener l' ago deviato di 46°. Tolto questo magnetismo, l' effetto che si ottenne con la boccia stessa, carica a dieci gradi, fu la deviazione di 40°.

Altri diciotto fili vennero messi entro un tubo di vetro eguale al sovraccennato, e questi lo riempivano in modo che non si poteva introdurne uno di più, e formavano perciò un fascio. Ma le magnetizzazioni acquistate, a parità di circostanze, da questi fili furono più deboli di quelle conseguite dai diciotto fili disposti all' intorno del tubo. La massima deviazione ottenuta con le correnti della boccia carica a forti tensioni fu di 40°, e quella prodotta dalla boccia stessa, carica a dieci gradi di tensione, fu di 33°.

Distrutto il magnetismo dei fili che circondavano il primo tubo, e di quelli che riempivano il secondo, si collocarono questi ultimi diciotto fili entro il tubo, che trovavasi circondato dagli altri diciotto, di maniera che potevano considerarsi tutti insieme come un fascio di trentasei fili; ma gli effetti furono di ben poco superiori a quelli ottenuti coi solo diciotto fili che circondavano il tubo. Il massimo effetto conseguito con le correnti gagliarde fu la deviazione di 47°30′; e quello ottenuto con la boccia carica alla tensione di dieci gradi fu la deviazione di 41°,30′.

Questa ed altre simili esperienze, istituite con fili più sottili, portarono il Marianini a credere che la causa principale per cui la forza magnetica che acquista un fascio di fili, quantunque più grande di quella che acquista un solo filo di massa eguale a quella del fascio medesimo, pure sia molto lontana dall' eguagliare la somma delle forze che acquistano i singoli fili cimentati separatamente, sia appunto un intercettamento della forza magnetizzante prodotta dai fili che stanno attorno agli altri.

Così la cagione per la quale un grosso filo di ferro acquista una forza tanto minore di quella che con la stessa corrente acquista un fascio di fili sottili, il quale pesi anche molto meno di lui, sembra probabilmente essere l'ostacolo che i primi strati di ferro oppongono perchè l' azione magnetizzante penetri agli strati interiori. Adduce in appoggio di questa opinione l'aver osservato che un tubo di lastra sottile di ferro, del diametro di otto millimetri, acquistò una forza magnetica più che doppia di quella che acquistò in pari circostanze un cilindro di ferro massiccio e dello stesso peso del tubo.

Da queste osservazioni ed esperienze dedusse il Marianini le proposizioni che seguono:

1.° La forza magnetica che un filo di ferro acquista per una data corrente, cresce in generale con l' aumento della grossezza del filo, ma in una proporzione molto minore di quella con cui crescono le grossezze medesime: e perciò presto si giugne ad un punto in cui la forza magnetica acquistata da un dato filo è minore di quella acquistata da un altro più sottile.

2.° Quanto più la boccia che si adopera per calamitare ha di capacità, più presto si perviene al punto al di là del quale, aumentando la grossezza del filo di ferro, il magnetismo prodotto da una data corrente scema in vece di crescere.

3.° L'acciaio ed il ferro, rispetto alle magnetizzazioni operate dalle correnti istantanee, si comportano fra loro come rispetto alle magnetizzazioni ordinarie: cioè l' acciaio può acquistare una forza magnetica maggiore del ferro dolce, acquista più difficilmente di esso un dato grado di magnetizzazione, e più difficilmente altresì lo perde.

4.° Quando si sottopongono all' azione

magnetizzante di una data corrente istantanea più cilindri o fili di ferro o d' acciaio, si ottiene una magnetizzazione più forte di quella che, a parità di circostanze, si produce su d' una massa eguale, ma formata d' un solo cilindro.

5.° Quanto più i fili di ferro sono sottili, e quindi quanto più è grande il numero di essi necessario a formare una massa eguale a quella di un dato filo, tanto più riesce forte la magnetizzazione che acquistano per una data corrente elettrica; ma questo aumento di magnetizzazione va scemando col crescere il numero de' fili richiesti a formare una data massa.

6.° Per distruggere il magnetismo di una data massa di ferro o d' acciaio, si richieggono correnti tanto più deboli quanto sono in maggior numero i fili impiegati a formare la massa medesima.

7.° Quando si sottopone un fascio di fili all' azione magnetizzante d' una corrente elettrica, l' effetto è molto minore della somma di quelli che si ottengono cimentandoli ad uno ad uno; e questo sembra dipendere principalmente da ciò che i fili più vicini alla spirale indeboliscono l' azione della corrente sopra i più lontani.

Queste ricerche del Marianini sul grado di magnetizzazione ricevuta dal ferro in fili od in massa furono da noi qui riferite perciocchè trovarono utile applicazione negli apparati a rinforzo della pila di cui trattiamo, ed in vero. Bachoffner e Sturgeon scoprirono che elettro-magnetizzando fascii di filo di ferro ottenevansi scosse molto più energiche di quello che con calamite temporarie massicce, e Magnus fece esperimenti per ispiegare questo fenomeno. Page dà gl' insegnamenti che seguono intorno a questa sostituzione di fili od anche di lamine di ferro dolce alle spranghe massicce per la costruzione delle calamite temporarie destinate a rinforzare gli effetti della pila. Egli dice adunque che quando queste calamite a ferro di cavallo sono lunghe circa 10 pollici e grosse uno, si hanno a preferire i fili fini; ma che per le calamite più lunghe occorrono fili più grossi. Una di queste calamite del peso di 8 once con 4 elici di filo fino che ne coprivano altre 4 di un filo più grosso percorse da una corrente di poca intensità, gli diede una scossa insopportabile. Le due calamite più forti che ei possedesse erano formate l' una di 100 fili lunghi 6 pollici, l' altra di 500 fili lunghi 10 pollici; questa ultima gli dava belle deflagrazioni, e scosse violentissime ed aveva grande forza decomponente. Con 1000 fili lunghi un piede aveva una forza inferiore a quella di 500, e tagliando in due questo fascio ciascuna metà di esso dava tanta forza quanto l' intero. Per costruire queste calamite avvolgeva un fascio diritto di fili di ferro con quante spirali voleva di filo di rame poi lo curvava. La migliore delle calamite anzidette era coperta con 200 giri di filo fino che cingevano 4 spirali di filo grosso: combinando le correnti prodotte nel filo grosso e nel fino lo scuotimento era tale che difficilmente potevasi lasciare le cime delle dita sui fili. Una sola coppia termo-elettrica riscaldata da un capo, raffreddata dall' altro e posta in comunicazione col filo grosso dava una scintilla brillante ed una scossa che trasmettevasi fino al polso.

Gli studii intorno a questo argomento eransi tuttavia limitati alle scosse soltanto e non si adoperava l' ago calamitato che per valutare la forza della calamita temporaria prodottasi, e non per misurare la corrente che ne deriva. Fece il Dove anche per questo proposito esperimenti analoghi a quelli che abbiamo veduto aver egli seguito pel ferro battuto, per l' acciaio e per la ghisa, e trovò in vero che occorreva un numero di fili molto diverso per

l' azione in confronto di un cilindro massiccio di ferro sul galvanometro alla sensibilità umana.

Le esperienze si fecero come segue. Due fili di rame, grossi due linee e mezzo, coperti di gomma lacca posti a spirale sui vermi a passo uguale di due viti di legno, facevano 29 giri, alla distanza di due linee e mezzo, e formavano riunendo il filo congiuntivo di un circolo galvanico. Nella vite di legno, che aveva un foro cilindrico nel centro, s' introdussero successivamente il cilindro di ferro ed il fascio dei fili che si avevano a confrontare, entrambi elettrizzati dal filo di rame reagivano per induzione sopra un filo grosso quattro linee, fasciato di seta e lungo 400 piedi. Riunironsi allora questi fili incrociandoli, per modo che la direzione della corrente di uno di essi camminasse in senso opposto di quella dell' altro. Le loro cime libere si riavvicinarono, mediante impugnature, in guisa da formare un circolo compiuto col corpo o col galvanometro, e misurossi in entrambi i casi la loro azione reciproca. La introduzione di un cilindro di ferro nell' una delle spirali distruggeva l' equilibrio che ben presto ristabilivasi introducendo un fascio di fili di ferro nell' altra spirale. In tutte queste esperienze la induzione non accadeva per la introduzione del ferro non magnetizzato nella spirale che compiva il circolo galvanico, e che per conseguenza magnetizzava il ferro. Ma il filo posto nella spirale acquistava e perdeva la polarità aprendo e chiudendo il circolo galvanico. Tutte le correnti adunque osservate in questo caso erano della classe di quelle dette istantanee. In questo modo di osservazione evitossi l' inconveniente del dover tenere conto dell' azione induttiva del ferro su quella del filo magnetizzatore, poichè già avevasi la misura di quest' azione ed erasi ad essa provveduto. I cilindri adoperati avevano 11 linee e mezzo di diametro e 11 pollici di lunghezza; i fili erano lunghi ugualmente, e quelli di ferro dolce avevano i diametri di linee 1,02, 1,46, 2,67; quelli di acciaio dolce 0,57, quelli di acciaio temperato 0,87.

Da queste prove risultò che l' equilibrio ottenuto sul galvanometro da un certo numero di fili nella spirale, più non sussisteva quando, interponendo il corpo umano, si ottenevano scosse ed energiche scintille; all' opposto se ristabilivasi questo equilibrio pel corpo umano con la estrazione dei fili di ferro in allora l' ago calamitato provava considerevoli declinazioni nel senso del cilindro massiccio.

Una serie di esperienze fatte col filo di una linea darà un' idea delle differenze osservate in questo caso: il numero dei fili necessarii per la compensazione fu:

Col ferro battuto, pel galvanometro e l' effetto fisiologico	110 — 15
Con la ghisa grigia di un fornello di fusione	92 — 24
Con l' acciaio dolce	91 — 9
Con la ghisa grigia di un alto fornello ad aria calda	45 — 18
Con la ghisa bianca d' un alto fornello ad aria fredda	43 — 8
Con ghisa bianca di crogiuolo	41 — 10
Con acciaio temperato	28 — 7
Con ghisa grigia di un fornello all' aria fredda	27 — 11.

Col ferro battuto il numero di fili introdotti nella vite di legno non diede compiuto compenso al galvanometro. Inoltre questo numero non si può valutare molto

esattamente pel corpo umano, atteso che quando il circolo non agisce con energia, gli ultimi indizi di una scossa prolungansi per lungo tempo: non si poteva neppure aumentare a volontà la forza della corrente, poichè altrimenti, interponendo il corpo, le scosse risultavano troppo violenti. In conseguenza rimaneva sempre qualche incertezza sul numero esatto dei fili.

Questa serie di esperienze ed altre ancora conducono all' importante risultamento, i fenomeni manifestati sul galvanometro non essere i medesimi che quelli fisiologici per le stesse specie di ferro. In conseguenza l' effetto fisiologico dipende da un lato della disunione meccanica della massa, e dall' altro dalla natura o qualità del ferro: ne segue naturalmente che fili di ferro dolce di un diametro diverso, possono compensare un cilindro di una data specie di ferro, tanto per riguardo all'azione sull'ago calamitato, quanto sulla sensibilità del corpo umano. Ciò accade, per esempio, con 12 fili del diametro di linee 2,67 ed un cilindro di ghisa grigia di crogiuolo; la influenza della specie di ferro deriva dal fatto che la scossa induttiva prodotta dalla polarizzazione del cilindro pel chiudersi del circolo non si distingue dalla scossa di apertura che risulta dalla polarizzazione del cilindro quando questo è di acciaio temperato; che questa differenza è già molto sensibile col ferro dolce; che diviene molto maggiore con cilindri di ghisa e fascii di fili, pei quali la scossa di apertura del circolo è più possente di quella del chiudimento di esso. Questa differenza del resto dipende più dalla natura del ferro che dalla divisione della sua massa, imperocchè è più grande con 11 fili di ferro dolce che con 15 fili di acciaio più grosso, i quali agendo in senso contrario annullino reciprocamente i loro effetti fisiologici. Sembra che i risultamenti trovati pel ferro sieno applicabili al niccolo, una spranga quadrata di questo metallo compensata da un filo di ferro in quanto alla sensazione che produceva, manifestando sul galvanometro un effetto nel senso della corrente da essa eccitata.

Alcune esperienze di Marianini e del Dove dimostrato avevano che una spirale elettro-dinamica, la quale circondasse un tubo di ferro della dimensione di una canna da fucile, non poteva magnetizzare un cilindro di ferro posto nell' interno del tubo e che parimente una calamita permanente o temporaria chiusa in questo tubo non produceva alcun fenomeno d'induzione nella spirale che lo inviluppava. Se ne deduce naturalmente la conseguenza che, nei limiti dei fenomeni osservati in questo caso, un fascio di fili chiuso in una canna da fucile non può aumentarne l'azione, essendochè mediante questo inviluppo di ferro sono quelli sottratti all' azione magnetizzante della spirale che forma il circolo, sicchè la loro azione induttiva sulla spirale di filo sottile rimane annullata. Sturgeon aveva pure osservato che i fili posti in un cilindro di latta non ne aumentavano l' azione.

Erasi pure osservato che anche gli involucri d' altri metalli interposti fra le spirali investite dalla corrente ed il ferro scemavano il grado di magnetizzazione che questo ultimo riceveva. Il Marianini fece lunghi studii ed esperienze su tale proposito per conoscere la influenza dei vari metalli e la cagione di questo effetto, e ne dedusse il teorema seguente. *L' indebolimento che si osserva nella forza magnetizzante di una corrente elettrica istantanea, quando il ferro che trovasi nella spirale per cui si fa passare la corrente stessa è circondato da un tubo metallico, è prodotto da una corrente contraria di induzione, la quale nasce in detto tubo nel momento in cui la spirale è investa dall' elettricità.* A dimostrazione princi-

pale adduce il Marianini, fra molti di lui sperimenti, il seguente.

In un tubo di metallo lungo otto a nove centimetri si ponga una spirale di filo di rame fasciato di seta, non più lunga del tubo, e notabilmente più stretta: si ponga anche un filo di ferro non magnetizzato nella spirale, ed un altro fra questa ed il tubo, poi si scarichi una piccola boccia di Leida, mettendo l' armatura esterna a contatto d' un capo della detta spirale, e l' interna con l' altro. Ciò fatto ambi i ferri saranno magnetizzati, l' uno però in senso diverso dall' altro.

Siccome però lo stesso fenomeno accade replicando la scarica dopo aver tolto il tubo metallico sostituendovi una spirale metallica chiusa, cioè co' suoi capi a mutuo contatto, e siccome si sa che in questa spirale nasce in questo caso una corrente d' induzione, nè altra causa si conosce che in così fatte circostanze possa magnetizzare il ferro, così deesi concludere come nell' enunciato teorema.

Considerando però la influenza degli involucri, non tanto relativamente alla magnetizzazione di per sè stessa quanto, al rinforzo della pila che ne susseguiva, altri fenomeni interessantissimi si presentarono. Se il cilindro di ferro che separa la calamita elettrica dalla spirale d' induzione tiene pareti sottili con un diametro conveniente, allora le scosse divengono molto sensibili, tanto quando si chiude il circuito che quando si apre o fende il cilindro sulla sua lunghezza. Annunziossi pure che una calamita elettrica, una metà della quale fosse circondata da una canna di fucile intera, e l' altra da una canna aperta sulla sua lunghezza, lasciava presso a poco in equilibrio le due spirali che sembravano neutralizzarsi al galvanometro quando cignevasi l' una col cilindro intero e l' altra col cilindro fesso, donde ne seguiva che lo stato complesso del cilindro non aveva alcuna influenza importante. Magnus in vece asserì che la scossa si aumenta di molto quando si fende il cilindro che contiene i fili. Il Dove fece quindi le esperienze seguenti per togliere questa apparente contraddizione.

Se un tubo di ferro intero è in equilibrio per riguardo alla sua azione induttiva sul galvanometro con altro tubo fesso in tutta la sua lunghezza, questo equilibrio sussiste ancora presso a poco quando si inserisce nell' uno o nell' altro un dato numero di fili, vale a dire un fascio di essi, sia che questo si trovi contenuto nel cilindro intero od in quello aperto; in conseguenza l' azione induttiva di quel sistema sul galvanometro non proviene che dal tubo che inviluppa i fili. La cosa è affatto diversa quando trattasi dell' azione fisiologica. In tal caso l' azione del filo contenuto nel cilindro è nulla quando il tubo che lo inviluppa è intero, ma non più quando è fesso. Se all'opposto inserisconsi due fasci di fili in equilibrio pel galvanometro e pei nostri sensi, l' uno in un tubo non atto a magnetizzarsi, come sarebbe l'ottone, mentre l' altro rimane libero oppure si inserisce in un tubo fesso, dello stesso metallo, allora tutti due reagiscono presso a poco allo stesso modo sul galvanometro, mentre invece, quanto agli effetti fisiologici, il fascio libero od introdotto nel tubo fesso agisce con energia molto maggiore di quello inserito nel tubo intero. La causa per cui questo influisce, è principalmente che la produzione del magnetismo nei fasci del filo non prova più ostacolo per parte del tubo metallico che la sua azione induttiva sul filo congiuntivo. Dall' insieme dei suoi esperimenti crede il Dove che anche in tal caso, come negli altri fenomeni dell'elettro-magnetismo, siasi attribuita la causa d' una diversità osservata nell' azione elettrica di una corrente alla differenza di energia di questa cor-

rente medesima, mentre a suo credere conveniva cercarla nella differenza sua di durata. Un involgio metallico che cinga un fascio di fili, oppure un cilindro di ferro che riunisca in una sola massa metallica tutti i fili distinti, non indebolisce la azione induttiva, ma la ritarda: questo ritardo è senza influenza sull' ago calamitato che somma gli effetti della corrente, e per conseguenza rende indifferente il tempo che può durare la somma di questi: il toglimento di questo involgio metallico oppure il crescere le interruzioni fra le parti metalliche favorisce la prontezza di azione di un induttore introdotto in una calamita, accrescendone l' azione fisiologica senza aumentare l' effetto galvanometrico.

Nella serie di esperienze del Dove che abbiamo riferite si è dimostrato che la polarizzazione del ferro in un senso inverso a quello in cui era polarizzato dapprima, produceva sempre una corrente d' induzione più possente che non faccia una polarizzazione ripetuta nello stesso verso. Questo risultamento, che avviene in ogni sorta di ferro, sussiste eziandio pei fascii di fili di ferro dolce e di acciaio non temperato. Allorchè si temperano le ghise, l' azione di questo invertimento è così forte che, se avendo due cilindri in equilibrio, se ne pone uno in posizione invertita, provasi tosto una scossa quando si chiude il circuito, scossa che più non si prova aprendo o chiudendo in seguito sucessivamente questo stesso circuito.

Osservò di più il Dove che se può dedursi la conseguenza che l' aumento degli effetti fisiologici debba attribuirsi soltanto ad un acceleramento e non ad un aumento d' intensità, non solo da un esame simultaneo di quegli effetti e di quelli galvanometrici, ma altresì da fenomeni di un altro ordine, ne segue che se la conseguenza sarà esatta dovrà esservi perfetta somiglianza nei fenomeni fisiologici in questo doppio ordine di fatti. Ora si sa che quando apresi un circuito galvanico semplice formato di una spirale elettro-dinamica o di una calamita temporia, manifestansi scintille vivissime e scosse energiche, le quali si spiegano, come vedemmo, mediante correnti d' induzione. Conviene adunque, osserva egli, indagare se questa estra-corrente presenti gli stessi segni ed indizii che la corrente induttiva prodottasi nelle di lui esperienze fin qui indicate sopra un altro filo che quello eccitatore.

Avvolse a tal fine un filo di rame di 120 giri intorno ad un fascio di 25 fili di ferro, e stabilì un circuito con questa calamita temporaria formata in tal guisa, mediante manichi od impugnature. Aprendo questo circuito si vide manifestarsi una scintilla vivace con forte scoppiettio, e se ne ricevette una scossa violenta. Si introdusse allora una calamita elettrica in un tubo di ottone intero, e le scosse scomparvero affatto, e la scintilla affievolissi di molto. All' opposto il tubo di ottone fesso sulla lunghezza lasciò sussistere l' azione della calamita elettrica, la scintilla conservò tutta la sua vivacità e le scosse tutta la loro energia. Uguali risultamenti si ottennero con una canna da fucile intera o fessa, con la differenza per altro che dalla canna intera si aveva una scossa assai debole, il che ebbe luogo eziandio con tubi di latta.

La somiglianza fra i risultamenti così ottenuti, e quelli avutisi precedentemente, permette al Dove di estendere anche a questo caso la spiegazione da lui data, e di attribuire le scosse prodotte dall' apertura in un filo congiuntivo alla più pronta cessazione della corrente che accade in una spirale elettro-dinamica od in una calamita temporaria nelle condizioni date che servono a chiudere il circolo. Lo stato

originario del filo congiuntivo, dice il Dove, è quello di un assoluta mancanza di polarità. Unendosi nel circolo galvanico trovasi tolto a questo stato naturale. Tutto quello che tende ad accrescere i suoi effetti magnetici lo allontana quindi maggiormente da questo stato naturale ed aumenta per conseguenza lo sforzo che fa per tornarvi. Sembra quindi assai probabile, a di lui credere, l' ipotesi che la reazione abbia luogo più rapidamente nella massa che non si accresca l' azione. La trova appoggiata dall' esperienza, per lo meno altrettanto che l' opinione contraria, secondo la quale il ritardo della corrente aumenterebbe l' effetto fisiologico.

Dietro gli esperimenti surriferiti le spirali di filo di rame che cingono il fascio di fili di ferro comporterebbersi come tubi di ottone fessi, quando le estremità delle spirali fossero libere, e come cilindri di ottone interi quando queste estremità fossero riunite. Per una data polarità magnetica prodotta dall' elettro-magnetismo è indifferente che il filo a spirale sia avvolto a destra od a sinistra. Una spirale che giri metà a destra metà a sinistra, con le cime riunite, comportasi come un cilindro fesso, ed è lo stesso con una spirale di due fili posto l' uno sull' altro e ravvolti nello stesso senso. La diminuzione della scossa e della scintilla non è altro se non se la conseguenza dell' azione di una corrente secondaria su quella primitiva. Con un tubo fesso di ottone questa corrente secondaria manifestasi ad un secondo galvanometro, il cui filo riunisca le metà separate. Un particolare scuotimento dell' ago calamitato allorchè si chiude il circuito all'atto dell'equilibrio di una corrente opposta, sembra annunziare che la corrente d' induzione prodotta nel fascio di fili compaia più presto quando questo è collocato in un tubo aperto che quando è in un tubo chiuso. In mancanza di una prova decisiva, l' azione quindi di una corrente secondaria su quella primitiva può riguardarsi siccome un cangiamento nella sua durata.

La natura del conduttore che esser dee attraversato dalla corrente, e la lunghezza di esso non possono, finalmente, essere indifferenti sulla magnetizzazione temporaria del ferro e sul conseguente rinforzo dei vari effetti delle correnti. Il Marianini aveva osservato per quelle della boccia di Leida che se interrompevasi il filo che conduceva la corrente alle spirali, in guisa che questa dovesse attraversare un liquido, variava di molto l' effetto secondo la natura di questo. Adoperandosi acqua distillata pura o mesciuta con alcole, la magnetizzazione riusciva minore; ma per poco che si accrescesse la conducibilità di essa, sciogliendovi da $\frac{1}{10}$ ad $\frac{1}{15}$ di sale, si aveva lo stesso effetto come se tutto il conduttore fosse stato metallico. Avevasi parimenti uguale diminuzione di effetto che con l' acqua se il filo era tutto metallico, ma di eccessiva lunghezza.

Abbiamo tanto più volentieri riferite queste osservazioni del Dove e del Marianini quanto che, indipendentemente dal lume che possono spargere sulla teoria gli esperimenti che le accompagnano, sono certamente utilissime per servire di norma nella miglior costruzione delle macchine magneto-elettriche, e di quelle in cui l' azione del magnetismo rinforza quella della pila; relativamente al genere di effetti che più particolarmente tendesi ad ottenere.

(NOBILI — ANTINORI — ZANTEDESCHI — BECQUEREL — FARADAY — SILVESTRO GHERARDI — ENRICO NOAD — MUSCHENBROEK — HANSTEEN — DANIELL — PARET — W. DOVE — LINARI — PALMIERI — MARIANINI — LENZ — POUILLET — HENRY — ABRIA — G.**M.)

MAGNETOGRAFO. Da quanto si è detto all' articolo MAGNETISMO *terrestre*

si vede di quanto incomodo e difficoltà riescano le osservazioni dei cangiamenti magnetici negli osservatorii, a tal che, quasi unico rimedio, si ricorse allo stabilire alcuni dati giorni nell' anno, nei quali soltanto si facessero dappertutto regolarmente per poter poi confrontare i risultamenti dati da esse in varii punti del globo, pochissimi essendo quelli che abbiano il tempo e la costanza di accudirvi per tutto l' anno, come tuttavia occorrerebbe di fare per giugnere veramente a conoscere l' andamento dei fenomeni magneto-tellurici. Ad oggetto di riparare a questo grave inconveniente Lamont, direttore dell' osservatorio di Monaco, inventò alcuni apparati. L' uno di essi serve ad avvisare l' osservatore quando comincia una perturbazione magnetica, ed è una spranga calamitata sospesa ad un filo di seta che ogni qualvolta oltrepassa i soliti limiti del movimento diurno stabilisce la comunicazione fra i poli di una piccola pila voltaica. La corrente passa allora per un moltiplicatore, e fa suonare un campanello. (V. TELEGRAFO).

Gli altri congegni del Lamont sono veri *magnetografi*, perchè destinati a segnare da sè le variazioni di declinazione e di intensità magnetiche. Sono questi formati di spranghe calamitate munite alla cima nella parte inferiore d' una punta che lascia vestigia dei suoi movimenti sulla pellicola che copre l' amalgama di mercurio sparsa su di una lamina di rame mossa da una macchina d'oriuolo. I punti corrispondenti alle varie ore sono visibilissimi e se ne misurano le distanze con un micrometro annesso all' apparato. Se vogliansi notare le variazioni d' un MAGNETOMETRO bifilare (V. questa parola) conviene rendere quello strumento molto sensibile; se è uno strumento declinatorio, è duopo far uso di un' altra spranga magnetica fissata in posizione conveniente a compensare una parte dell' azione del magnetismo terrestre, aumentando così le variazioni.

(LAMONT — G.**M.)

MAGNETOMETRO. All' articolo MAGNETISMO in questo Supplemento (pag. 235 del presente volume) accennossi quali fisici principalmente si occupassero di misurare la forza delle CALAMITE, ed a quella parola (T. III, pag. 136) si disse come si impiegassero a tal uopo due mezzi, l' uno semplicissimo osservando il peso che possono sollevare ad una data distanza o sostenere attaccato all' ancora, oppure, che torna lo stesso, la resistenza che può vincere la forza di attrazione su di un pezzo di ferro posto ad una data distanza, e trattenuto da una molla di qualsiasi specie, a ciò riducendosi l' effetto della bilancia di torcimento; l' altro mezzo di misura è notando il numero di oscillazioni di un ago magnetico sotto l' influenza dell' azione di una calamita più o meno prossima. Rimandando pertanto a quegli articoli, qui non faremo che aggiugnere la descrizione di alcuni apparati per ottenere con più esattezza nell' uno o nell' altro degli anzidetti modi la misura del magnetismo, indicando di più altri mezzi di avere questa misura suggeriti dagli ulteriori progressi della scienza.

Quanto al mezzo di misurare la forza delle calamite attaccando successivamente pesi sempre maggiori all' ancora, si vede quanto imbarazzo, difficoltà ed incertezza avesse a recare, e per accrescere gradatamente que' pesi così da notare la forza precisa che produce il distacco, e per evitare ogni urto o scossa nel fare queste aggiunte medesime. Importante è perciò la semplicissima disposizione imaginata dal nostro Dal Negro di sospendere la calamita stessa all' uncino di un dinamometro fisso, poi di tirare in giù con un martinello o con una vite dentata l' ancora, per esaminare a quale grado di forza avvenga

il distacco. Più semplicemente ancora può sospendersi la calamita ad un punto fisso, e frapporre il dinamometro fra l' ancora ed il congegno che la tira all' ingiù, tenendo conto in un caso del peso della calamita e di quello dell' ancora; nel secondo del peso dell' ancora soltanto.

Sul principio medesimo di conoscere la forza delle calamite dal peso che valgono a sollevare si fonda la costruzione del *magnetometro bifilare* imaginato da Gauss. Ecco da quali principii dipenda questo strumento.

Allorchè un corpo di qualsiasi forma è sospeso a due fili e sottoposto all' azione della gravità, le condizioni del suo equilibrio possono esprimersi come segue. La linea verticale che passa pel centro di gravità del corpo, essere dee paralella ai due fili, e posta nel piano di essi. Suppongasi in fatto che i due fili abbiano uguale lunghezza e sieno attaccati nella parte superiore alla medesisa altezza, e che la loro distanza sia uguale in tutti i punti; in fine che i punti dove si attaccano alla parte inferiore formino un triangolo isoscele col centro di gravità del corpo; quando vi sarà equilibrio nel sistema i due fili avranno una direzione verticale e si potrà supporre una linea verticale intermedia che passi pel centro di gravità. Se quindi, mediante un torcimento dato all' insieme intorno a questa linea verticale fittizia, il corpo si tolga dalla sua posizione di equilibrio, esso verrà sollevato, i due fili non essendo più verticali. Tutto il sistema tenderà in conseguenza a riprendere la primitiva sua posizione, compiendo un certo numero di oscillazioni, con un momento di torcimento che può riguardarsi come proporzionale sensibilmente al seno dell' angolo di deviazione, e che è pertanto il più grande possibile quando la deviazione è di 90°. Nelle sue osservazioni e nei suoi calcoli Gauss servesi appunto di questo momento per misurare la forza che fa deviare il corpo dalla sua posizione di equilibrio, e che dipende dal modo di sospensione e dal peso del corpo.

La intensità di questa forza, che egli chiama *forza direttrice*, dipende 1.° dalla lunghezza dei fili; 2.° dalla loro distanza; 3.° dal peso del corpo, essendo in ragione inversa della lunghezza dei fili ed in ragione diretta della loro distanza e del peso del corpo. Nel caso che non fossero esatte le supposizioni ammesse dapprima, la espressione della forza direttrice diverrebbe più complicata.

Ponendo in questo apparato una spranga calamitata è chiaro dipendere allora gli effetti dalla combinazione delle due forze direttrici, ed aversi a considerare tre casi diversi, potendo le due posizioni, nelle quali la spranga sarebbe in equilibrio sotto l' azione di ciascuna di queste forze separatamente, coincidere, essere opposte o formare un angolo fra loro. Si vede che la differenza di questi tre casi dipende dalla relazione dei due angoli formati per una parte dalla spranga magnetica con la linea retta che passa pei due punti cui si attaccano le cime inferiori dei fili; e per altra parte dal meridiano magnetico con la linea retta che passa pei due punti cui si attaccano le cime superiori dei fili. Nel primo caso se il polo norte della spranga calamitata è diretto verso il norte, essa si troverà nel meridiano magnetico; nel secondo caso la spranga sarà in questo meridiano in una posizione rovescia; nel terzo caso dovra fare un angolo con esso. Gauss chiama queste tre posizioni *naturale, inversa* e *trasversale*.

Nella situazione naturale la posizione di equilibrio dell' apparato, in quanto dipende dal modo di sospensione, non prova cangiamento alcuno per l' influenza del magnetismo terrestre sulla spranga calamitata; ma l' apparato viene trattenuto in

quella posizione dalla somma delle due forze direttrici.

Nel secondo caso avvi parimenti equilibrio, ma non è stabile se non quando la forza direttrice terrestre trovasi minore di quella che dipende dal modo di sospensione. La spranga viene tenuta in quella posizione in ragione della differenza delle due forze direttrici. Se in vece la forza direttrice terrestre è più grande dell' altra, l' equilibrio è instabile e l'apparato, rimosso che sia, allontanasi sempre più dalla prima sua posizione, nè si pone in quiete che nella posizione opposta, in cui la spranga trovasi nella sua posizione naturale; ma allora i fili di sospensione si incrociano.

Nel terzo caso finalmente in cui le due forze direttrici formano un angolo fra loro, l' azione simultanea delle due forze genera una posizione media, sicchè la spranga non trovasi nel meridiano magnetico, e la linea retta condotta dall' uno all' altro dei punti cui si attaccano le cime inferiori dei fili non riesce paralella alla linea retta che passa pei punti cui le cime superiori di essi sono attaccate. Questa posizione media e la forza che vi mantiene la spranga seguono la legge di equilibrio relativa alla combinazione di queste due forze.

Siccome il magnetometro dà il modo di misurare gli angoli fra le tre posizioni anzidette, così si può calcolare la relazione delle due forze direttrici componenti, ed ottenere in conseguenza una misura assoluta della forza direttrice del magnetismo terrestre o di una calamita posta ad una data distanza che agisca sulla spranga, non che del grado di magnetismo posseduto da questa spranga medesima.

In generale giova porre la spranga calamitata, relativamente alle altre parti dell' apparato, per modo che nella posizione media dell' equilibrio formi un angolo pressochè retto col meridiano magnetico. In tal caso la posizione trasversale sarà la più favorevole, attesochè la deviazione dei fili dalla loro posizione in un solo piano sarà la più grande ed in conseguenza più esatto il risultamento trovato col calcolo; inoltre perchè un cangiamento della direzione magnetica secondo le variazioni orarie od accidentali non avrà notabile influenza sulla posizione, mentre all' opposto qualunque cangiamento nella forza del magnetismo terrestre influirà immediatamente sulla posizione, e potrà essere riconosciuto e misurato con tutta prontezza ed esattezza.

Non istaremo qui a descrivere i mezzi adoperati da Gauss per esattamente misurare i cangiamenti di posizione della spranga calamitata: solo noteremo che questa nell' apparato per l' osservatorio di Gottinga pesa $12^{\text{chil.}},5$ ed è fortemente calamitata. La proporzione delle forze si è poi tale che la direttrice è soltanto $\frac{1}{10}$ di quella del globo, donde ne segue che la stessa influenza che devia di un certo angolo un ago semplice, produce in tal caso un' azione die civolte maggiore di quella che succede quando l' ago è sospeso ad un solo filo, avendosi così molto ingrandita la scala delle variazioni della declinazione magnetica. Questo magnetometro ha inoltre il vantaggio di potersi con esso osservare le variazioni d' intensità, mediante la posizione trasversale del sistema onde si è parlato. Se in vero, partendo dalla situazione naturale, e girando i punti ai quali sono sospesi i fili portasi la spranga calamitata fuori del meridiano magnetico, l' angolo di cui dovrà deviarsi per avere una data posizione di equilibrio corrisponderà alla relazione fra le due forze direttrici. La differenza fra i due angoli sarà l'angolo che farà la spranga col meridiano magnetico nella sua posizione di equilibrio; ora siccome possono disporsi le cose per guisa che questo angolo

sia minore di 90°, così l' apparato prestasi in modo affatto particolare alle osservazioni delle mutazioni d' intensità.

Per dare una idea della sensibilità di questo magnetometro citeremo alcuni degli effetti che se ne ottennero adoperandolo a guisa di moltiplicatore. Ponendo la spranga calamitata a tale oggetto in mezzo a 600 giri di filo di rame fasciato di seta, la corrente voltaica percorreva una lunghezza di filo di oltre a 6000 piedi, che potevano portarsi fino a 13000 ed anche a 40000, introducendo altri apparati nel circuito. Malgrado questa lunghezza anche le più deboli correnti voltaiche producevano sopra una spranga piuttosto grande tale azione che la deviazione, non solo era visibile, ma potevasi misurare con esattezza. Effetti di tal genere si avevano anche con le correnti termo-elettriche, le quali è noto non potere attraversare molto lunghi circuiti.

Gauss cercò parimenti di riconoscere l' effetto della corrente prodotta dalla elettricità delle macchine. In luogo di far passare nel filo la scarica di una bottiglia di Leida o di una batteria a molte bottiglie, pose in comunicazione le cime del filo, lungo 13000 piedi, col conduttore e con gli strofinatori di una macchina elettrica. Girando uniformemente la ruota per lungo tempo, e con la velocità di un giro al secondo, la spranga calamitata, del peso di 12 chilogrammi e mezzo, fu deviata di 144 parti della scala, che corrispondono a più di 50′: il senso in cui accadeva la deviazione corrispondeva alla direzione della corrente, e l'effetto aveva tutta la regolarità desiderabile. L' azione elettro-magnetica aveva la stessa intensità anche quando il circuito era lungo un miglio.

Quale perfezionamento della bilancia a torcimento di Coulomb applicata a questo uopo si può considerare il *magnetoscopio* del Nobili. Questo strumento consiste essenzialmente in due aghi astatici liberamente sospesi ad un filo semplice tratto dal bozzolo, entro ad un recipiente che li guarentisce dall' agitazione dell' aria esterna. Sono questi aghi infilzati fra due fili di rame torti insieme a foggia di cordoncino terminato alla parte superiore, con un occhietto cui s' attacca il filo di sospensione, il quale pende dall' alto d' una colonnina che è di vetro, e guernita sulla cima d' un piccolo meccanismo per abbassare e sollevare il sistema degli aghi astatici. Questi aghi girano poi in un recipiente cilindrico di vetro, chiuso al disopra con un disco pure di vetro, il quale è unito ad un cerchio di metallo su cui è segnata la divisione. Il tutto è fissato sopra una base di metallo che si livella col mezzo di tre viti. Per montare e smontare facilmente lo strumento, il cerchio non è fissato stabilmente al recipiente, ma vi si adatta sopra ad uso d' un coperchio da scatola. La colonnina fa corpo col disco che è forato nel mezzo per riceverla con la sua armatura metallica. Inoltre vi ha una pinzetta mobile che può scorrere d' alto in basso, entro la colonnina che la sostiene.

Questo strumento è destinato a mettere in evidenza gli effetti più delicati del magnetismo. I fili o pezzetti metallici che si vogliono esplorare magneticamente, si collocano entro la pinzetta per avvicinarli poi più che sia possibile ad uno dei poli dell' ago superiore. Si può anche, con una pinzetta più bassa, di forma conveniente, portare l'azione de' pezzetti metallici sopra amendue gli aghi accostandoli verticalmente all' inviluppo di vetro. In questo caso si raddoppia l' azione. Questo strumento è adattissimo per dimostrare che il ferro il più dolce non si trova mai in istato naturale, ma è sempre calamitato nel senso del magnetismo terrestre. Per assicurarsi di ciò non si ha che a presentare le masse di ferro al disopra del polo

norte dell' ago superiore, il quale ne è sempre respinto. L' esperimento seguente dimostra ad un tempo la sensibilità dello strumento e la proprietà di cui gode il ferro di cessare d' essere magnetico allo stato d' incandescenza, e divenirlo di più raffreddandosi. Si afferra con la pinzetta un sottile filo di ferro, per modo che resti in posizione presso che verticale; nel qual caso la estremità inferiore è polarizzata pel norte, in virtù della sola azione del magnetismo terrestre: avvicinando adunque quell' estremità al polo dello stesso nome dell' ago superiore, questo n' è respinto fino ad un certo segno, di cui si tien nota, osservando la divisione. S' arroventa in seguito, con un cerino acceso, l' estremità di cui si parla e si vede l' indice del magnetoscopio, a misura che progredisce il calore, tornare verso il posto di prima, estinguendosi in tutto o in parte la ripulsione che lo teneva fuori del suo equilibrio ordinario. Quando poi il filo riscaldato si raffredda, s' osserva che l' indice torna ad essere respinto, e più di prima, come si scorge dal luogo su cui si ferma. La sensibilità dello strumento dipende quasi interamente dal sistema dei due aghi, i quali hanno ad essere calamitati allo stesso grado, e situati, il più esattamente che sia possibile nel medesimo piano.

Il magnetoscopio di Le Baillif, detto *sideroscopio*, consiste in un solo ago magnetico collocato all' estremità d' una lunga paglia bilicata e sospesa a dovere. Questa disposizione non è astatica, e perciò ben lontana dal presentare i vantaggi degli aghi sottratti all' azione del magnetismo terrestre. Non è però difficile di renderla indipendente da questa influenza bastando aggiungere dall' altro lato della paglia un secondo ago, il quale agisca in senso contrario del primo. Lo strumento diviene così molto più delicato di prima; ma l' aggiunta della paglia è sempre dannosa, e conviene di necessità rinunziare al vantaggio d'avere ampie escursioni, per non sacrificare il pregio più essenziale della macchinetta, cioè la sensibilità. Una delle prove più decisive cui si possano sottoporre i sistemi magnetoscopici, è quella de' fili di rame che soglionsi impiegare nella costruzione dei galvanometri. Con le coppie astatiche s' accorse il Nobili dell' azione magnetica di siffatti fili. Provando gli stessi fili col sideroscopio non danno alcun segno di magnetismo: una di queste prove fatta venne anni sono dal medesimo Le Baillif sul proprio di lui strumento.

Per misurare il magnetismo col metodo delle oscillazioni una nuova maniera venne proposta da Luigi Magrini, la quale avrebbe il vantaggio di una grande mobilità e di una maggiore parità di circostanze nei diversi esperimenti. Si sapeva da molto tempo che quando si colloca con diligenza un ago da cucire in una posizione orizzontale sopra la superficie dell' acqua, esso se ne resta a galla, e vi si mantiene. Se quest' ago è calamitato, posto appena sulla superficie dell' acqua, comincia a girare da sè finchè giugne ad acquistare la direzione verso il polo, ove ristassi immobile, senza declinare nè da una parte, nè dall' altra del suo meridiano, purchè da qualche causa esterna non venga agitato e rimosso.

Un recipiente di qualunque forma, benchè quella cilindrica possa riuscire più comoda, pieno di acqua limpida; una scala mobile divisa in centimetri od in pollici da poggiarsi orizzontalmente sull' orifizio del recipiente nella direzione del meridiano magnetico; una calamita da fissarsi stabilmente allo zero della scala, in modo che l' asse di azione de' suoi poli stia nella direzione del meridiano; un ago da cucire magnetizzato da collocarsi nel modo che si dirà in appresso sulla superficie del-

si segua a varii gradi della scala e nella sua direzione, cioè nella direzione del meridiano: finalmente, un qualunque oriuolo a pendulo per segnare i tempi delle varie mosse del galleggiante sono gli elementi del suo apparecchio.

L' ago collocato sulla superficie dell' acqua, a varie distanze dallo zero della scala, compie il suo cammino, si porta cioè in contatto del polo della calamita in tempi diversi; ed è evidente che ad una maggiore distanza deve farsi maggiore il tempo della escursione. Siffatte escursioni avendo poi luogo nella direzione del meridiano e dell' asse di azione dei poli della calamita, l' ago non può soggiacere a verun cangiamento d' intensità per le suddette azioni, e quindi le differenze di velocità devono tutte attribuirsi alla influenza delle distanze, essendo trascurabile la piccola resistenza che le molecole dell' acqua oppongono al movimento dell'ago, o tutto al più da valutarsi come l' attrito sul pernio, o come il torcimento dei fili che tengono in sospeso l' ago oscillatorio di Coulomb.

Perchè a taluno non sembri difficile la maniera pratica di porre a galla sulla superficie dell' acqua l' ago nell' atto che si compie una battuta dell' oriuolo il Magrini espone le seguenti avvertenze. Abbiasi un ago di mediocre grandezza e bene asciutto e si ripieghi un filo di rame, lungo 5 in 6 pollici verso la sua metà sopra sè stesso, in maniera che le due estremità sieno divergenti. Prendasi con una mano il filo metallico nella sua curvatura, nelle due estremità divergenti si collochi l' ago orizzontalmente, ed in tal posizione si avvicini alla superficie dell' acqua, prossimo a poggiarvi nella direzione della scala, ossia del meridiano magnetico alla distanza prestabilita. All' atto di una battuta del pendulo si abbassano alcun poco le due estremità nell' acqua, e l' ago se ne resta galleggiante e libero di seguire le attrazioni o ripulsioni del polo della calamita, senza deviare da una parte, nè dall' altra.

Esaminando con questo metodo l' azione attraente del polo norte d' una calamita lunga $0^m,25$ e del peso di once due pel polo sud dell' ago, Magrini ottenne i medii risultamenti che seguono.

ALLA DISTANZA di pollici	L' AGO COMPIE la sua corsa con oscillazioni
8	86
7	67
6	49
5	33
4	21
3	11
2	5
1	1 $\frac{1}{2}$

A distanze minori di un pollice le corse si effettuavano così rapidamente, che l' oriuolo a pendulo adoperato non era più atto a misurarne gl' intervalli. Ma siccome questi spazii vengono percorsi per effetto di una forza acceleratrice variabile e sempre crescente, così la relazione fra le distanze e le rispettive gradazioni della potenza magnetica non è determinabile esattamente col calcolo finito. Ciò nulla ostante, tenendo conto del numero delle oscillazioni nel percorrere che fa l' ago il primo pollice di ciascuna escursione, si potranno ricavare alcune conseguenze, usando le formule del moto uniformemente accelerato; giacchè si può considerare per approssimazione che il magne-

ismo per lo spazio di un pollice agisca con forza acceleratrice costante, e di più che per brevi ed eguali spazii si mantenga eguale e piccolissima la resistenza dell' acqua, e quindi anche trascurabile nei confronti.

All' articolo MAGNETISMO (pag. 193 del presente volume) abbiamo veduto come siensi osservati i fenomeni di rotazione prodotti da varie sostanze sull' ago magnetico o viceversa con lo scopo di conoscere il grado di magnetismo di queste sostanze medesime, ed in appresso (pagina 198) si è detto come possa aversi questa misura osservando altresì quale grossezza occorra di quelle sostanze per intercettare l' azione del magnetismo nei fenomeni stessi di rotazione. Finalmente all' articolo MAGNETO-ELETTRICISMO (pagina 367) dicemmo come si potrebbe indagare la suscettibilità a magnetizzarsi di varie sostanze anche facendo con esse anzichè col ferro dolce l' ancora delle macchine magneto-elettriche.

Altri strumenti cui conviensi il nome di magnetometri sono le BUSSOLE di declinazione e d' inclinazione, le quali per altro vennero abbastanza descritte a quella parola, non che agli articoli CALAMITA e MAGNETISMO, pel che qui non occorre di nuovamente occuparsene.

(BECQUEREL. — GAUSS — LEOPOLDO NOBILI — LUIGI MAGRINI — G.ᵉ M.)

MAGNETOSCOPIO. V. MAGNETOMETRO.

FINE DEL VOLUME VENTESIMO.

