

SULLA FORZA MAGNETICA

DEL P. GIO. BATTISTA PIANCIANI

Ricevute adì 6 Marzo 1840.

PARTE PRIMA.

In una Memoria pubblicata già da quattro anni (a) esposi alcune sperienze sulla virtù magnetica osservata in certe leghe metalliche. Alcune sperienze relative allo stesso argomento e alcune congetture fanno il soggetto della presente, destinata ad estendere la prima e ancora a confermarla in parte e in parte a riformarla.

In quella, recando non pochi fatti, feci vedere che l'ottone, e così pure il bronzo, assai spesso danno indizii di magnetismo e molto più forti e agevoli a osservare che non nei metalli componenti; che questo magnetismo non è soltanto il magnetismo passivo e fuggitivo, già da altri più volte nell'ottone osservato, e simile a quello del ferro dolce, quale può facilmente spiegarsi con particiolette di ferro disseminate per la lega metallica e non combinate con essa; ma facilmente si ottiene permanente, e i due poli non si stabiliscono quasi mai, come nell'acciaio, alle estremità della lunghezza; ma ordinatamente sopra e sotto un ago romboidale o altro simil corpo allungato; ossia la linea che congiunge i poli misura la spessezza del pezzo cioè la minor dimensione. Accennai pure qualche fatto che pareami render probabile che una vernice di gomma lacca aumentasse la, così detta, *forza coercitiva*, ossia disponesse la sostanza metallica a ricevere il magnetismo permanente o a ritenerlo più a lungo. Riferii varie

(a) *Giorn. Arcad.* T. LXI.

riflessioni e sperienze fisiche e chimiche destinate a ricercare se questa virtù magnetica si debba a particiolette di ferro; e quantunque non osassi recar su ciò sicuro giudizio, mi parve non lievemente probabile che tal virtù non si dovesse tutta e sempre tribuire al ferro, o almeno che piccolissima porzione di ferro bastasse a rendere magnetiche quelle leghe.

Tornando di tanto in tanto a speculare ed a sperimentare su quest' argomento, ho confermato (benchè non ve ne fosse bisogno) la singolare distribuzione del magnetismo in tai corpi, e l' ho veduta anche in alcuni cilindri di ottone e di bronzo. Con un polo della calamita ho fatto delle strisciate sopra una superficie d' una lastrina di serpentino nobile, nella quale sono senza dubbio delle molecole d'ossido di ferro, forse misto al cromo: ha acquistato i due poli permanenti alle due opposte superficie. Lo stesso con pari facilità ho ottenuto in altra simile lastrina, come pure in varie lastre rettangolari di serpentina di Germania e d' Italia: in una di queste con pari agevolezza fissai due coppie di simili poli (sopra e sotto) opposta una all' altra, ne' due lati maggiori del rettangolo. Dopo un mese e più questo magnetismo non è distrutto. Non posso dopo ciò dubitare che anche in tali sostanze pietrose, allorchè in virtù di un poco di materia magnetica mostrano il magnetismo passivo, si stabiliscano agevolmente i poli magnetici (almeno quando le lastre non hanno molta spessezza), ma questi si trovano collocati alle estremità non della maggior dimensione o della lunghezza, ma bensì della minore o della spessezza, cioè uno nella superficie superiore e l' altro nella inferiore della lastra. Così qualche nuovo fatto m' ha reso più verisimile la virtù coercitiva della vernice di gomma lacca, comechè non pretenda di dare la cosa per dimostrata, e brami che altri si occupi in questa indagine, che non è per avventura senza importanza nella teoria magnetica. Ma qui m' è duopo avvertire che io non dico nè mai ho pensato, che l' ottone o altro corpo, allorchè non ha azione sull' ago calamitato, acquisti tal virtù dalla gomma lacca; nè ho detto o pensato

che essa susciti la forza coercitiva ove questa è nulla, ma senza più m'è sembrato che almeno in certi casi alquanto accresca tal forza.

Principalmente, non appieno soddisfatto de' miei cimenti, che sembravano mostrare l'indicata virtù magnetica dell'ottone indipendente dal ferro, ho di nuovo a questo punto rivolta la mia attenzione. Tanto più m'è paruto ciò convenire, dacchè vidi che valenti fisici inclinano all'opposta sentenza, e il cel. Faraday ha dedotto dalle sue indagini che, tratto il ferro e il nikel, niun altro metallo, nè pure il cobalto, gode della virtù magnetica. Mi sono procurato del rame, dello zinco e dello stagno assai puri: niuna azione mostravano sull'ago calamitato (non so, nè era necessario al mio scopo, cercare se alcuna, almeno assai piccola, ne avrebbero mostrata esplorati con mezzi squisitissimi), e l'ottone e il bronzo fatti con que' metalli non mostrarono azione maggiore di quella de' loro elementi. Ciò mi dispose ad ammettere che qualche poco di ferro fosse necessario a questi effetti. Volli assicurarmi dell'esistenza o più tosto della quantità relativa di ferro esistente in qualche pezzo d'ottone ordinario del commercio abbastanza atto a queste sperienze. Dico piuttosto della quantità del ferro che della sua esistenza, perocchè è assai noto che qualche poco di ferro suol trovarsi nell'ordinario ottone, come nel rame, nello zinco e in altri corpi moltissimi. Pregai però il ch. sig. Professor Peretti, esperto chimico e professore di farmacia in questa Università di Roma, a volersi compiacere di sottomettere a chimico esame un pezzo d'ottone che facilmente aveva ricevuto i poli magnetici onde riconoscere se contenesse ferro, e determinarne la quantità; del che esso cortesemente mi compiacque.

Studiando i metodi proposti da' chimici, s'era egli avveduto essere difficilissimo riconoscere le piccole quantità di ferro, che è ordinariamente unito alle leghe metalliche: nondimeno, profittando de' lumi della scienza, si propose di usare due metodi, uno per riconoscere l'esistenza, l'altro per determinarne la quantità. Udiamoli da lui stesso.

“Cento grani d'ottone ben divisi furono posti in un matraccio di vetro e trattati coll'acido azotico (nitrico) depurato, il residuo non sciolto da questo acido fu posto nell'acido cloridrico parimente depurato, ove si sciolse perfettamente. La soluzione acida fu neutralizzata col carbonato di calce puro e separato il fluido da poco carbonato di calce non decomposto per mezzo di un filtro, fu diviso in due bicchieri: versai in uno alcune gocce di cianoidro-ferrato di potassa e formossi dell'azzurro di Prussia: versai nell'altro dell'acido gallico in soluzione, e si produsse dell'inchiostro. Riconosciuta la presenza del ferro, cercai di determinarne la quantità. „

“Sapendo che l'acido azotico ha la proprietà di sciogliere il rame e lo zinco e che il ferro passando per mezzo di esso acido allo stato di perossido non è più attaccato dal medesimo, ho trattato altri cento grani dello stesso ottone col detto acido e rinvenni un residuo non del tutto composto di perossido di ferro, ma bensì d'un miscuglio di tal perossido e d'un precipitato bianco il quale sembra non possa appartenere agli altri metalli che costituiscono l'ottone: questo residuo fu di nuovo sciolto nell'acido cloridrico, come nella precedente operazione; fu anche saturato l'eccesso d'acido col carbonato di calce: indi sopra il fluido filtrato si versò a poco dell'acido gallico, che formò un precipitato azzurro: ma siccome si era alcun poco ecceduto nell'acido gallico, il precipitato si tornò a sciogliere. Fu allora saturato l'eccesso dell'acido coll'ammoniaca e ricomparve l'intorbidamento colorato. Lasciato il tutto in riposo per più giorni, e separato il precipitato, fu questo poi disseccato in una capsula di platino reso rovente. Il residuo fu di nuovo trattato coll'acido azotico, quindi diligentemente lavato ed asciugato a un forte calore. Pesata la capsula dopo tale operazione, e ripesata appresso, dopo che fu tolto tutto il residuo per mezzo dell'acqua, il peso si trovò diminuito di 0,6 di grano. Detto residuo aveva i caratteri di perossido di ferro. „ Fin qui il lodato

sig. Prof. Peretti in un foglio che ha lasciato in mia mano. Secondo Berzelius il perossido di ferro, detto pure *ossido ferrico*, è composto di 69, 34 parti di ferro e 30, 67 d'ossigeno (a): dunque il ferro trovato in quell'ottone non è 2 in 3 decimi di grano, ossia 2 in 3 millesimi della massa dell'ottone. Una virtù magnetica, la quale non fosse più che la metà o un terzo di quella di quest'ottone, sarebbe pure sensibile eziandio esplorata con mezzo di non estrema delicatezza, dal che sembra potersi dedurre che un millesimo di ferro al più basta a render l'ottone capace di *stabile magnetismo* cioè che non accade al rame nè allo zinco. Bensi, come insegna Berzelius (b), la combinazione del rame col ferro è magnetica allora eziandio che non contiene più che 1/10 di ferro. Che dedurremo da ciò? che il magnetismo dell'ottone è indipendente dal ferro? non già: bensi che la virtù magnetica del ferro può essere accresciuta dalla unione, non solo di qualche altro metallo per se non magnetico, ma ancora di qualche lega, i cui elementi non sono atti ad aiutare il ferro ugualmente. In vero, come si è osservato nella costruzione de' roometri o galvanometri, e come attestano vari fisici (c), sembra essere cosa difficilissima procurarsi de' fili di rame non magnetici, cioè privi al tutto di azione sull'ago astatico leggerissimo, e che lo stesso a un dipresso si debba dire dell'argento. Ma esplorando parecchi pezzi di ottone capaci di permanente magnetismo, ed altri di rame presi così alla ventura (e però questi come quelli contenenti qualche poco di ferro) può ognuno accertarsi della notabilissima differenza che è tra i primi e i secondi. Horner faceva osservare in una memoria pubblicata l'anno 1822, che nelle bussole nautiche convien guardarsi dal magnetismo, che le particolette di ferro

(a) *Traité de Chimie*. T. III. p. 254.

(b) *l. c.* p. 230.

(c) Pecllet, *sur une nouveau galvanometre*. Comptes rendus de l'Acad. des sciences. 1839. Sem. I. p. 298. Feltier *Observations sur les multiplicateurs*. p. 5-7.

comunicano all'ottone, e però scaldar questo quasi a rosso, e lasciarlo poi raffreddar lentamente; ed aggiungeva. *ogni precauzione può risparmiarsi facendo le bussole di rame o d'argento.* Il magnetismo del rame e dell'argento, di cui parlano i fisici accennati, è cosa minima, e non permanente. Non parlo dell'azione scoperta del sig. Arago, che hanno i vari corpi, e in particolare il rame, d'impedire alquanto le oscillazioni dell'ago calamitato, azione che si spiega assai ragionevolmente colle correnti elettriche d'induzione, e nulla ha di commune col magnetismo permanente. Quella azione si è trovata da Seebeck maggiore, e dai fisici italiani Nobili e Baccelli (a) quasi quattro volte maggiore nel rame che nell'ottone.

Ma qual'è egli il soccorso che dà l'ottone alla virtù magnetica del ferro? in primo luogo sembra che le molecole del ferro racchiuse fra quelle dell'ottone (o del bronzo) acquistino una *forza coercitiva* che non avevano. Così gliela danno o gliel'accrescono, purchè non abbondino soverchiamente, l'ossigeno, il carbonato, il fosforo, e lo stagno. Si dirà che queste sostanze si uniscono chimicamente al ferro, e non già l'ottone e il bronzo. Tanto meglio. "Il ferro, non essendo combinato col nikel, diceva Haüy, il magnetismo di questo dovrebbe essere fuggitivo, come quello del ferro ordinario, e non durerebbe per parecchi anni.," Lo stesso dirò io dell'ottone e del bronzo, senza per altro concludere che queste leghe sieno per se stesse magnetiche, ma solo ch'esse danno al ferro, se punto veggo, il poter conservare quel magnetismo che altrimenti perderebbe, subito che cessa l'influenza che lo destava. Se il cobalto perfettamente purificato non è magnetico, come assicura Faraday, convien dire che il magnetismo debole ma permanente che s'è osservato nel cobalto supposto puro, derivava da minime quantità di ferro o di

(a) *Del magnetismo del rame e di altre sostanze.* V. Nobili Mem. T. 1. p. 16.

nikel sfuggito alle indagini de' chimici. E queste da chi mai ricevono la *forza coercitiva*, se non dal cobalto?

Ma sarà solo questo l'uffizio delle molte particelle di cobalto che involgono quelle pochissime di ferro o di nikel? Una piccolissima quantità di ferro basta a rendere magnetici il bismuto e il manganese (a). Lo stesso dee avvenire al cromo, dacchè qualche chimico lo aveva creduto dotato di qualche debole virtù magnetica, benchè ora tal opinione sia contraddetta dalle indagini di Faraday. Forse il medesimo è a dire del titanio, cui pure s'è da taluno attribuita una debil forza magnetica. Sarà egli impossibile che il cromo, il manganese, il bismuto, il cobalto, il titanio, e l'ottone, e il bronzo non sentano direttamente ed immediatamente l'azione della calamita ma bensì mediante l'azione di molecole di ferro in esse racchiuse? che sieno cioè non magnetiche per se, se non forse in grado affatto minimo, ma sì magnetizzabili da tal interno agente, allorchè egli ha ricevuto co' metodi ordinarj il magnetismo? Che di tal proprietà partecipi qualche altra sostanza metallica, e. g. il rame, in grado inferiore? Almeno è certo che il ferro in così piccola quantità non acquista i poli permanenti se è misto a materie affatto inerti non metalliche. Il sig. dottore De Haldat (b) ha osservato, che riempiendo un tubo di limatura di ferro o ancora di particelle di questo metallo ridotto in polvere finissima, pestata, tritata, passata per setaccio di tessuto assai stretto, questa prende e conserva i suoi poli nè più nè meno che un cilindro di ferro battuto d' eguali dimensioni. Mescendo alle particelle di ferro un

(a) Berzelius loc. cit. p. 290, 295.

(b) *Sur la force coercitive et la polarité des aimants sans cohesion. Mem. de la Soc. R. de Nancy, 1836, p. 74.* Il P. Kircher aveva osservato che empiendo di finissima limatura di ferro un tubo di penna da scrivere, premendola in esso, chiudendola e ponendola sur un pezzetto di sughero notante sull'acqua, il tubo seguiva la calamita, e dopo qualche tempo si dirigeva come l'ago calamitato. *Magnes. Ed. 3.^a 1654. Roma p. 76.*

volume eguale d'arena di fiume, e in successive sperienze aumentando questa, finchè il ferro non fu che $\frac{1}{2}$ del volume totale, vedeva sempre i poli permanenti, ma però nell'ultimo caso erano estremamente indeboliti. Se il mentovato Fisico sperimentò, com'è assai probabile, quantità relativamente minori di ferro, non ebbe più tal'effetto: dalla polarità estremamente indebolita alla polarità insensibile non è che un passo. Mi pare possibile che, come alcune sostanze hanno, dirò così, una virtù antimagnetica, e. g. l'arsenico e anche più l'antimonio, che tolgono al ferro il suo potere magnetico; così altre per contrario possano ricevere dal ferro cui sono congiunte una partecipazione della sua virtù, e forse insieme mantener questa in attività, reagendo sulle particelle del ferro; a un di presso come dalla calamita è comunicata all'ancora di ferro dolce la sua virtù, e la reazione di questa mantiene il potere alla calamita. Come alcune sostanze mostrano tal potere solo per essere state sottomesse all'influenza della calamita, ed altre allora soltanto che attualmente la toccano o sono assai avvicinate, così (qualunque sistema si adotti rispetto al magnetismo) non è, se mal non m'appongo, contrario alla ragione o all'analogia il pensare che altre non mostrino tal potere, almeno in grado sensibile, salvo se soffrano l'azione di particelle di ferro magnetizzate e in esse racchiuse.

Forse dall'essere le molecole di ferro assai disseminate fra le molecole di un corpo capace di sentir l'influenza magnetica di quelle, dipende la disposizione a prendere i poli secondo la minor dimensione? A questa interrogazione non saprei rispondere cosa che vaglia, e per avventura prima di tentar di rispondere converrebbe conoscer bene la natura della forza magnetica.

PARTE SECONDA.

Sulla natura appunto della forza magnetica m'è caduto in mente di esporre qualche mio pensiero. Fra i varj sistemi, co' quali si sono spiegati i fenomeni magnetici, se mal non m'avviso, non può dubitarsi che meriti la preferenza quello delle correnti molecolari dovuto ad Ampère, chi non voglia negare una teorica che discende spontanea da' fatti, comechè non dimostrata a rigore, doversi la preferenza sulla ipotesi di chi immagina nuove sostanze, e le dota delle proprietà che trova opportune per l'interpretazione de' fatti. Ora che i fenomeni tutti della calamita s'imitano perfettamente colle correnti elettriche, ora che fra queste e quelle si osserva non somiglianza ma identità di effetti, che più dobbiamo aspettare per dedurre identità di cagione? non sarà dunque più vero il principio logico, che quella schiera d'effetti che abbiamo veduto nascere solo da una cagione, conviene ogni qualvolta ci si presenti, attribuirla a quella cagione medesima? questo principio non ci guida ad infallibile certezza, ma bensì al sommo della probabilità, ed è, specialmente in pratica, da tutti approvato e seguito. Nel caso nostro non so qual cosa sia ancor da aspettare, salvo se pretendasi l'impossibile, cioè o che si ponga sotto gli occhi l'invisibile, o si dimostri a *priori* matematicamente una dottrina meramente fisica o contingente. Se la medesimezza degli effetti, e l'operar della calamita sopra un cilindro elettrodinamico appunto come sopra un'altra calamita, e per converso, se ciò non basta a sufficientemente stabilire unità di cagione, non vedo come possiamo tenere per indubitata l'identità dell'elettricità comune colla galvanica o voltiana, o coll'atmosferica, o con quella di cui si armano i pesci elettrici o con quella de' circuiti termoelettrici. Mi pare che l'identità dell'agente ne' fenomeni della macchina elettrica e ne' cristalli termoelettrici, della quale niuno dubita, sia per avventura meno provata di quella di cui parliamo.

Niuno che ben conosca questo ramo di fisica, pretenderà che a ben provare il sistema, secondo il quale la virtù magnetica dipende da circuiti elettrici molecolari, debba mostrarci o la scintilla immediatamente prodotta dalla calamita, o in questa le attrazioni e repulsioni elettrostatiche. Si pretenderebbe che solo allora il sistema d'Ampère dovesse abbracciarsi quando fosse trovato falso, perciocchè la corrente elettrica aggirantesi per circuiti tutti metallici non può produrre scintille. E qualora fosse possibile aprire questi circuiti molecolari e vedere qualche scintilluzza, sarebbe questa un' analogia di più fra l'agente elettrico e il magnetismo, come sono una nuova e bellissima analogia i fenomeni dal Faraday chiamati d'induzione volta-elettrica e magneto-elettrica: ma chi di questa analogia non è soddisfatto, potrebbe, secondo ch'io penso, non esserlo neppure di quella.

Nulladimeno questo sistema sembra ad alcuni appoggiarsi ad ipotesi assai lontane dalla certezza. Si suppone ogni particella magnetizzabile cinta da una corrente elettrica che si muove senza posa attorno ad essa in un piano determinato ma variabile; e nei corpi non magnetizzati tai correnti elementari suppongonsi avere tutte le direzioni possibili e però non produrre alcun fenomeno esterno. Non s'intende come ogni particella di questi o di tutti i corpi, sia quasi un minimo elettromotore voltiano, nè come, s'è tale, si agevolmente la corrente cangi direzione, senza che le molecole soffrano sensibile alterazione. Ovvero si suppone che le calamite e le correnti elettriche destino quelle correntine molecolari ne' corpi magnetizzabili, ora durevoli quanto l'esterno eccitamento, ora permanenti, benchè l'analogia non favorisca tal supposizione; poichè le calamite e le correnti elettriche inducono soltanto correnti brevissime e passeggerie, e queste nell'atto dell'avvicinamento contrario alla corrente induttrice, non già correnti conformi a questa e durevoli quanto l'azione di questa, e molto meno permanenti dopo il cessare della cagione. Si è aggiunto che si suppongono queste correnti, comechè numerosissime, non

produrre calor sensibile per quanto altri si studii di accrescerne l'energia. A quest'ultima difficoltà ho cercato rispondere in altro scritto (a).

Ma non potrebbesi esporre la dottrina di Ampère in modo che prevenisse al tutto queste difficoltà, e a un tempo congiungesse fra loro con più stretto vincolo i grandi agenti della natura, e questa ravvicinasse alcun poco a quella massima semplicità ed unità, la quale com'è la forma del bello, così è pure non lieve indizio di verità? Premetto che non è punto impossibile, anzi se alquanto sottilmente si osservi, si trova simile al vero, la materia imponderabile o eterea diffusa per ogni dove, di cui sembrano due diverse modificazioni la luce e i raggi calorifici, non differire dalla materia imponderabile o elettrica, essa pure da per tutto diffusa almeno nella terra e nell'atmosfera. Se ciò non è, convien dire che l'etere, il quale vibrando produce sì cospicui effetti, niuno sensibile ne produca quando ne' corpi soprabbonda o scarseggia, nè allorchè corre per essi, ovvero che mai non sia ne' corpi nè in eccesso nè in difetto, nè mai corra per essi. Come l'aria vibra se passa da ampio luogo in angusto, così l'elettrico allorquando entra in un conduttore troppo angusto o non assai deferente. Il calorico che è ne' corpi e ne costituisce la temperatura, non è al tutto una cosa medesima col calorico radiante, pur nondimeno dacchè quello genera il calorico radiante e da questo è prodotto, debbe aver con esso grande analogia. Il moto non genera se non moto; onde pare che il calorico de' corpi sia principalmente un'agitazione delle particelle o la somma delle vibrazioni molecolari; ma l'azione delle molecole pesanti non esclude il movimento vibratorio dell'etere a quelle intermisto, il qual moto anzi di ragione dall'altro conseguita. Ora questi tremori eterei nell'interno de' corpi non è punto necessario che sieno rettilinei, e molto

(a) Saggio sui fenomeni d'induzione magneteletrica. Giorn. Arcad. T. LXIX.

meno che sieno tali in tutti i corpi; possono (come con buone ragioni si crede che sieno assai spesso le vibrazioni luminose) essere circolari o ellittici, o in generale descrivere, almeno in alcune sostanze, delle curve chiuse. Queste curve non potrebbero essere i circuiti molecolari che ora si attribuiscono ai corpi capaci di magnetismo, e che molto rassomigliano a' piccoli vortici immaginati nelle calamite da qualche cartesiano? Questi tremori dell'etere racchiuso ne' corpi pare che seguano tutte le direzioni, e così quelli delle particelle pesanti d'essi corpi. La proprietà conosciuta delle correnti elettriche di porre parallele a se delle simili correnti basta a spiegare come i conduttori voltiani o le calamite dieno una stessa direzione a questi piccoli circuiti e in certo modo li *polarizzano*, a un dipresso come tanti corpi polarizzano i raggi luminosi o calorifici che trasmettono o riflettono. Sarebbe questa in certo modo una *polarizzazione statica* delle vibrazioni calorifiche esistenti nel ferro, analoga alla *polarizzazione dinamica* de' raggi calorifici. È possibile che quella polarizzazione talvolta produca questa? voglio dire che le vibrazioni calorifiche della calamita generino raggi calorifici almeno in parte polarizzati? Sarebbe assurdo tentare su ciò qualche esperimento? esempi grazia sperimentare il raggiamento d'una calamita sopra una pila termo-elettrica assai raffreddata? ovvero il raggiamento d'una calamita temporaria eccitata dalle correnti voltiane e riscaldata nell'olio caldo o altrimenti?

Comunque siasi, possono talvolta questi circuiti disporsi, parte in una direzione, parte in altra ortogonale alla prima, e allora la loro polarizzazione sarà anche più analoga a quella de' raggi. L'egregio Fisico sig. Prof. Belli richiesto da me del suo parere rispetto alle mie osservazioni sulla polarità dell'ottone e del bronzo, tentò di dare i poli secondo la minor dimensione ossia secondo la spessezza, e secondo la larghezza a delle lastre d'acciaio. Applicava a' poli di una calamita a ferro di cavallo due pezzetti di ferro dolce internamente terminati in acuti spigoli, e tra questi stringeva la lastrina secondo la spes-

sezza o secondo la larghezza e la faceva strisciare più volte fra essi spigoli. Non gli venne fatto di calamitarli nel primo modo come neppure a me, ma riuscì a far prendere ad una lastrina i poli diffusi ne' due spigoli laterali, ciò che poi anche a me riuscì agevole. Ebbe la bontà di inviarmi una lastrina così calamitata, la quale, come osservai, conservò almeno per alcuni mesi, questa polarità. Torno adesso dopo quattro anni ad esplorarla, e trovo ch'essa ha acquistato, forse per contatto di qualche ferro calamitato, i poli alla maniera ordinaria, ma insieme ha ritenuto la straordinaria polarità comunicatagli nel modo indicato, ond'è che le correntine molecolari possono dirsi polarizzate in due direzioni ortogonali. Così un ago romboidale d'ottone (contenente, come voglio supporre, qualche molecola di ferro), che aveva i poli secondo la spessorezza, fu da me fatto tagliare e ridurre alla lunghezza di 13^{mm}, con alcune strisciate di una calamita acquistò i poli secondo la lunghezza, ma mostrò per altro ancora vestigi della prima polarità.

Sicuramente non è agevole a determinare perchè in certi corpi questi circuiti molecolari sieno così restii a lasciarsi polarizzare; altri per contrario sieno a ciò assai facili, ma cessata a pena la forza induttrice perdano la polarità; ed altri la coudervino benchè cessata la cagione. Per determinar ciò ed innumerabili altre cose, saria duopo per avventura penetrare collo sguardo fra gli atomi de' corpi e conoscerli assai meglio che non ci è concesso. Possiamo dire per altro che, ogni circuito molecolare avendo una direzione, v'è pure una cagione per cui ha quella piuttosto che altra: che essa cagione ora validamente a tal mutazione resista, ora ceda ma solo a tempo ed ora stabilmente, non pare più mirabile che il vedere la coesione resistere fortemente ne' corpi duri alle forze che tendono a cangiare la collocazion rispettiva delle molecole, cedere agevolmente ma solo a tempo negli elastici, e stabilmente ne' molli.

Se lo stato magnetico non si fa consistere in correnti elettriche giranti attorno alle molecole metalliche, ma nel girar di esse molecole magnetiche come ad altri è piaciuto (a), non solo niun nocumento ne viene alla nostra congettura, ma forse unità più perfetta si supporrà tra ciò che costituisce il calorico de' corpi ed il magnetismo.

Non so se sia qui opportuno il rammentare che certa relazione sembra esistere tra il calor della terra e il magnetismo terrestre. Hansteen raccolse de' fatti, da' quali consegue che la temperatura è molto minore in vicinanza de' poli magnetici della terra, che in altre contrade poste alle medesime latitudini (b).

Non credo che vorrà giudicarsi contrario a questa supposizione il fatto non ignoto ai vecchi fisici (c) che l'alta temperatura diminuisce, e arrivata a certo segno distrugge la virtù delle calamite, fatto diligentemente studiato a' nostri giorni da' parecchi scienziati stranieri e in Italia dal sig. Matteucci. Non si propone di considerare il magnetismo come dipendente dalla temperatura e proporzionale ad essa, ma come dipendente dalla più o men perfetta polarizzazione; nè a ciò si oppone che il dilatarsi de' corpi e il diminuirsi della coesione sia contrario a questa polarizzazione e alla forza coercitiva. Se il calore non sia eccessivo, a questa soltanto è contrario. Faraday vide che il ferro calamitato alla temperatura dell'ebollizione dell'olio di mandorla, perdeva quasi a un tratto i poli, ma operava sulla calamita come il ferro dolce, e bisognava alzarla al calor *arancio* per privarla eziandio di questo potere. Il P. Kircher (d) scrisse che il ferro infocato è tirato dalla calamita non meno che il freddo, ma avendo posteriormente Newton scritto il contrario, la cosa ri-

(a) *Sopra varj punti di magneto-elettricismo de' signori L. Nobili e F. Antinori*: V. Nobili. *Mem.* T. I. p. 273.

(b) *Bibb. Univ.* 1833 Decemb. p. 422, 23.

(c) Kircheri *Magnet.* p. 70.

(d) L. c. p. 97.

maneva in dubbio. Tiberio Cavallo osservò che l'apparente contraddizione nasceva dall'essersi fatte le osservazioni a temperature diverse, e che il ferro rosso opera sulla calamita meglio del ferro freddo e meno s'è rosso-banco. Altri Fisici si sono occupati in questa indagine, in ispecie Barlow, dalle cui ricerche risulta che il calore accresce la forza del ferro e dell'acciajo non calamitato sulla calamita, finchè quello non giunga al punto in cui troppo diminuisce la coesione delle molecole, e si rende impossibile la polarità. In conclusione non può dedursi da queste indagini che l'elevazione della temperatura sia assolutamente contraria al magnetismo. Se così fosse, non crescerebbe colla temperatura fino a un certo termine la forza magnetica del ferro sottoposto all'azione o della terra o della calamita.

Sembra più tosto che l'elevata temperatura *per se* accresca la virtù magnetica. Ma i metalli non si riscaldano senza rarefarsi e avvicinarsi più o meno allo stato di liquidità, stato affatto contrario al magnetismo: allorchè il metallo a questo avvicinasì (prima o poi secondo la qualità del ferro o dell'acciajo) perde la forza coercitiva e, viepiù ad esso avvicinato, ogni azione magnetica, la quale sembra esigere assai perfetta solidità. Possono farsi *calamite senza coesione*, cioè di limatura o di polveri, ma non già di atomi così disgiunti un dall'altro che abbiano perduto lo stato solido o si avvicinino a perderlo. Comunque sia, se l'esperienze accennate non confermano la nostra ipotesi, nè pure in esse veggo ragione da dover rifiutarla.

Ma questa alla fine non è che una ipotesi: senza dubbio. Ma che è se non ipotesi ciò che si dice finora per dichiarare la natura del magnetismo? Solo può cercarsi quale ipotesi sia più semplice, più verisimile, meno ipotetica, ossia esiga meno e meno arbitrarie supposizioni. Sarà tale, per avventura, quella, che dividendo ciò che è congiunto in natura, considera come due distinti principii quello del magnetismo e quello delle correnti elettriche, e crea un nuovo fluido magnetico o

anche due (a), de' quali niun altro fenomeno fa sospettar l'esistenza? Sarà tale quella che, a spiegare effetti identici a quelli dell'elettrico in moto, ricorre all'elettrico in quiete, ma all'elettrico in certi particolari modi latente? sarà tale quella che ammettendo i circuiti elettrici molecolari non sa assegnarne plausibil cagione? o quella che li fa generare contro l'analogia dalle calamite, o dalle correnti elettriche di giusta estensione?

Saria cosa folle lo sperare che la mia dovesse essere generalmente adottata: la pongo innanzi al tribunale degli Scienziati, acciocchè la mostrino falsa se ella è, o, se diritta, la confermino e l'approvino. Sarò assai pago, se qualche valente Fisico, considerandola come non altro che ipotesi, non isdegnerà di porvi pensiero, e a riguardo di essa arricchirà la scienza di alcun nuovo fatto, tentando qualche sperienza che o quella confermi o la distrugga.



(a) « I pretesi fluidi magnetici mai non ebbero partigiani così numerosi e zelanti, come i fluidi elettrici... Procedendo le scoperte, si trovò tra le azioni elettriche e magnetiche connessione sì stretta, che nacque spontanea la persuasione che ambedue fossero effetti diversi d'una sola cagione. Dopo queste scoperte niun filosofo vorrà sognare che i fluidi elettrici e magnetici sieno due distinti agenti materiali. » Whewëll. *Istoria delle scienze d' induzione*. L. XII. C. II.