

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DEL TERMO-MAGNETISMO ;
 NOTA DI E. FOSSATI, PROF. DI FISICA NEL R. LICEO DI PAVIA.

Poichè il chiarissimo prof. D. Mazzotto collaboratore egregio della rivista: „*l' Elettricità*” volle nel num. 9 c. anno della stessa, cortesemente porre in rilievo come io già fin dal 1878 abbia trovato quanto oggi afferma il Ledeboer ¹⁾, che cioè il ferro dolce conserva inalterata fino ad alta temperatura la sua attitudine a magnetizzarsi, e come per di più io abbia messo in chiaro che se questa sostanza venga incrudita, e l'acciaio ancora, massime se temperato, scaldati fino al rosso nascente, non pure conservano il grado di facoltà magnetica che possedevano alla temperatura ordinaria, ma che anzi, essa sensibilmente aumenta, e nell'acciaio a forte tempera, al punto da diventare perfino più della metà maggiore di quella che esso manifestava avanti il riscaldamento; così, io ne traggio motivo per aggiungere, che un altro risultato ancora io ottenevo, il quale perchè può ritenersi complementare di quello ora riferito, e perchè con esso e con altri della stessa specie pure da me osservati ebbe notorietà assai scarsa in causa della speciale circostanza in cui li feci conoscere ²⁾ mi permetto di qui ricordare. Voglio dire della velocità con cui il moto magnetico si attiva nel ferro e nell'acciaio, la quale in alcune circostanze si dimostra assai superiore a quella corrispondente alla temperatura ordinaria se tali sostanze magnetiche sono portate a quella del rosso nascente.

Constatavo infatti che delle verghette cilindriche di ferro dolce scaldate fin quasi alla completa rovenza, perdevano il loro

1) V. „*l' Elettricità*” rivista settimanale N. 9. 1888.

2) V. *Cronaca del R. Liceo di Bologna* per l'anno scolastico 1877-78. In quella mia dissertazione si riferirà anche l'altro fatto recentemente osservato dal Ledeboer, che a partire da una temperatura che sia appena più in là di quella del riscaldamento e da lui valutata vicino ai 700° a cui la facoltà magnetica del ferro è massima, e che io dissi del *rosso nascente*, tale sostanza comincia a perdere *rapidamente* la detta facoltà, e che questo è pure il contegno dell'acciaio sebbene, specialmente se temperato, alquanto più restio a risentire l'azione antagonista del calore.

magnetismo alla rottura del circuito della corrente che a questa temperatura lo magnetizzava con una velocità che era del cinquanta per cento all'incirca superiore a quella con cui si smagnetizzavano alla temperatura ordinaria e che, se in luogo di tali verghe magnetiche adoperavo tubi di ferro fessi longitudinalmente, oppure fascetti cilindrici di sottilissimi fili di ferro ossidati, ottenevo per media di molte prove, un aumento del quindici per cento solamente.

Risultati questi che pel caso delle sbarre massiccie specialmente, io spiegavo attribuendoli quasi esclusivamente al fatto, che quella corrente di reazione la quale alla temperatura ordinaria circola sulla superficie esterna e chiusa della massa magnetica e prodotta dal magnetismo cessante in questa, più non potendo stabilirsi alla superficie stessa in causa della grande resistenza che essa presenta alla temperatura del riscaldamento, quel ritardo di che alla temperatura ordinaria essa era causa nel moto di disorientamento delle molecole magnetiche, venendo eliminato, queste alla prima di queste temperature più veloci si sottraevano all'azione della corrente magnetizzante nell'atto che abbandonava il rispettivo circuito. Se questa non fosse la causa principale del fenomeno osservato, pur colle sbarrette magnetiche fatte con tubi fessi e fili ossidati, avrebbe dovuto verificarsi a caldo quell'aumento nella velocità della smagnetizzazione che si è notato per i nuclei pieni. Ma appunto perchè nei fasci e tubi di già alla temperatura dell'ambiente, siccome si sa, le correnti di reazione superficiali ritardatrici non ponno aver luogo; così gli elementi magnetici non venendo ostacolati nel loro moto di disorientazione, segue, che su di essi il riscaldamento non può dispiegare quella influenza che dianzi si è notata nei nuclei pieni; riscaldamento, la cui azione si ridurrà tutt'al più ad eliminare quelle poche correnti superficiali che a freddo avrebbero per avventura ancor potuto operare, sebbene debolmente, alla superficie dei tubi e dei fasci, in causa di non perfetta assenza di circuiti chiusi avviluppanti.

Tale aumento di velocità di smagnetizzazione in opera del calore, potei pure rilevare nell'acciaio dolce e temperato, siccome dagli specchietti che consegnai nella succitata mia dissertazione chiaramente risulta.

In quanto poi ad una azione diretta del calore, per nulla incompatibile colla teoria magnetica moderna, sulle molecole magnetiche, intesa ad accelerare la rotazione loro indipendente dall'azione ritardatrice di correnti indotte alla superficie delle sbarre, e probabilmente per menomata coesione fra le molecole stesse, avrei pure trovato che essa comecchè in debil grado esista pel ferro: affatto inavvertibile invece per l'acciaio: differenza di contegno codesta che cercavo di spiegare con una ipotesi che stimo non priva di qualche attendibilità perchè corroborata coi principii fondamentali della meccanica.

Questi fatti ho anche voluto ricordare onde meglio giustificare la esposizione che qui faccio di alcune altre mie esperienze, che a scopo di conferma ho recentemente eseguite.

È ben noto che la tensione di una corrente elettrica indotta istantanea, od anche la differenza di potenziale agli estremi liberi del conduttore da essa percorso, tanto più è grande quanto minore è il tempo, per quanto già piccolo, impiegato dalla quantità dell'elettricità che la costituisce a muoversi nel rispettivo circuito, quindi anche quanto più breve è la durata dell'azione induttrice. Di qui ancora l'aumento nella intensità di quegli effetti che più specialmente, anzichè dalla quantità della elettricità circolante, dalla velocità con cui si muove essi dipendono, cioè gli effetti magnetici, luminosi e fisiologici. Era quindi naturale il pensare, che se il ferro e l'acciaio portati al rosso nascente, e specialmente pel fatto delle cessate correnti di reazione, impiegano a scalamitarsi un tempo assai minore che non a freddo, le indotte di apertura ottenute con pari quantità di magnetismo cessante in noccioli massicci di queste sostanze avvolti da un elica magnetizzante, in cui la corrente viene interrotta, avrebbero dovuto produrre alla temperatura del riscaldamento assai più distinta che non a freddo la magnetizzazione di aghi d'acciaio assoggettati alla loro azione, e più spiccate del pari le commozioni che si provano impugnando colle mani i capi del filo indotto. Del primo di questi effetti io mi era appunto servito per misurare quelle tensioni delle indotte a nuclei riscaldati che mi facevano concludere su quell'aumento di velocità di smagnetizzazione quale sopra ho riferito: oggi invece, la sua

misura dedussi dalle scosse che si ottennero sperimentando nelle or dette due condizioni di temperatura.

A tal fine gli estremi del filo indotto di un piccolo rocchetto alla Rumhorff il cui vano era foderato da un grosso strato di amianto, essendo in comunicazione con un sensibile galvanometro, veniva la corrente di alcune coppie Daniell nel cui circuito eravi una bussola galvanometrica ed un reostato, lanciata nel filo grosso del rocchetto. Tenuta costante la corrente, ed osservato il comune arco d'impulsione descritto dall'ago del galvanometro per opera delle indotte di chiusura e di apertura, e tolta di poi la comunicazione col galvanometro, io ed il mio assistente l'un dopo l'altro appoggiavamo fortemente le dita pollice ed indice di una mano, previamente bagnati con acqua acida, contro i serrafili comunicanti colle estremità libere del filo sottile del rocchetto, e, aprendo e chiudendo con interruttore a mercurio il circuito della pila, previa introduzione nel vano del rocchetto e sempre nella stessa maniera ora dell'uno ora dell'altro dei varii noccioli magnetici dianzi appositamente preparati, giudicavamo della grandezza delle scosse che si provavano, entro quei limiti di esattezza ben inteso che dalla natura dello sperimento erano consentiti, ora dal confronto fra di loro, ora con quelle avute da un rocchettino a parte, e tenuto sempre nelle stesse condizioni. Or bene, prese tutte le necessarie precauzioni, per rendere il più possibilmente comparabili fra di loro i risultati, pur tenuto conto degli effetti di tensione e di quantità dovuti esclusivamente alla induzione della sola corrente della pila sul filo sottile, effetti d'altronde che erano trascurabili rispetto a quelli dispiegati dai nuclei soli; tenuto il galvanometro fuori dall'azione diretta del rocchetto, interrompendo sempre nell'istesso modo, ed operando colla maggior prestezza possibile onde evitare un sensibile riscaldamento dei fili, la intensità della scossa che si sentiva impiegando come nocciolo magnetico un cilindro pieno di ferro dolce portato al rosso nascente, era da noi giudicata ora del 50, ora del 75 per cento e talora perfino doppiamente più intensa, di quella che si provava coll'impiego del nocciolo a freddo ¹⁾, laonde presa la media di queste risultanze le cui dif-

1) Dirò, a titolo di maggiore schiarimento che in qualche caso mentre a freddo la commozione era appena avvertibile, a caldo invece non potevasi troppo a lungo tollerare.

ferenze erano probabilmente causate da altrettante ed inevitabili nelle temperature dei nuclei, malgrado la precauzione di non far variare sensibilmente il grado di illuminazione dell'ambiente, onde meglio giudicare della loro colorazione termica avanti la loro introduzione nel rocchetto; presa dico la media dei diversi risultati ottenuti, e tenuto calcolo che la commozione in qualche caso era minore del primo dei valori testè dichiarati, si potè stabilire del cinquanta per cento almeno più forte quella che provavasi a caldo di quella avuta a nocciolo freddo, pur essendo pressochè uguali fra di loro alle due temperature le quantità del magnetismo messe in moto nel nocciolo magnetico come potevasi desumere dalle indicazioni del galvanometro, il quale dava pressochè la stessa misura della intensità delle indotte in ambo i casi. Impiegando invece come nocciolo magnetico un fascio di fili di ferro ossidati e sottili, ben serrati fra di loro in modo da costituire un cilindro avente le stesse dimensioni di quello pieno ed in peso appena di poco inferiore a questo; le deviazioni al galvanometro per una corrente magnetizzante dello stesso valore di prima erano le medesime all'incirca di quelle ottenute col nucleo pieno, sia che il fascio venisse adoperato freddo sia che lo fosse previamente riscaldato, nè presentavano sensibil differenze le scosse che in corrispondenza alle due differenti temperature erano sentite, la loro comune grandezza potendosi ritenere pressochè costante ed uguale a quella che era prodotta dal nucleo pieno quando era portato ad elevata temperatura. E poichè i risultati avuti replicando parecchie volte le prove furono pressochè sempre gli stessi, così ho potuto anco una volta rilevare quanto in principio di questa nota ebbi a dichiarare, vale a dire la immutata magnetizzabilità del ferro fra la temperatura ordinaria e quella del rosso nascente, e la velocità di sua smagnetizzazione a questa temperatura di molto superiore che alla prima, siccome il galvanometro tanto nelle prime quanto nelle esperienze ora riferite, ma ora anzi che alla magnetizzazione di aghi di acciaio come allora feci, ricorrendo invece alla scossa, ho potuto facilmente rilevare. Effetti codesti, che come è ben saputo, sono quasi esclusivamente dovuti alle correnti indotte di apertura. Non sarà inutile l'avvertire che se i noccioli venivano introdotti nel rocchetto ad una rovenza che li faceva apparire di un rosso

alquanto marcato, e più ancora se vicino a divenir chiaro, le indotte erano rappresentate al galvanometro con deviazioni non mai superiori ad un grado, mentrechè attorno ai cinque gradi avevano sempre oscillato quelle ottenute nel corso delle sperienze alle altre temperature, e le scosse del pari più non dispiegavano nel primo caso sensibile effetto.

E qui avrei sostato nelle mie ricerche se, il concetto della connessione fra il grado di tensione delle correnti indotte e quello della intensità degli effetti che loro sono proprii, non mi avesse guidato ad altre prove di riconferma ricorrendo a fenomeni di altra specie, cioè, agli elettrofonici.

È stato recentemente asserito ¹⁾ ed io ebbi campo a convincermene mediante esperienze che ho all' uopo istituite ²⁾, essere il grado di eccitabilità di un telefono Bell, più specialmente che dal grado di intensità delle correnti istantanee che circolano nei rocchetti polari, dipendente dalla rapidità con cui esse li investono, epperò dalla tensione loro; riuscendo gli effetti telefonici tanto più distinti quanto più grande è la stessa. Era quindi naturale il pensare che un telefono Bell avrebbe dovuto funzionar meglio, allorquando, usata come spranga magnetizzata una elettrocalamita a nocciolo di ferro dolce, questa fosse stata portata alla temperatura del rosso nascente, anzichè tenuta a quella ordinaria; epperò la possibilità di avere una novella prova della speditezza con cui il magnetismo si muove nel ferro alla prima di queste due temperature. Della quale illazione io era ancor più persuaso, in quanto che avevo già trovato che, sostituendo alle calamite permanenti del trasmettitore e del ricevitore di un sistema telefonico, due elettrocalamite uguali in dimensioni alle prime, e formate ora con cilindri di ferro pieni, ora con fascetti di fili di tale sostanza, ed avvolti per un quarto o poco più della loro lunghezza verso la estremità opposta all'imbuto telefonico da un rocchetto magnetizzante, avevo notato dico, che colle elettrocalamite a fasci la voce al ricevitore era percepita più intensa e chiara che non usando quelle a spranghe massiccie ³⁾. Con

1) V. *L' Eletticità*, rivista sett. N. 49, anno 1887.

2) " " " N. 52 " "

3) Dico solo per incidenza che le elettrocalamite a fasci avevano pure la prevalenza sulle calamite permanenti a parità di forza.

che trovava anche appoggio una congettura che alla mente erasi di già qualche volta presentata spontanea e quale un corollario dei fatti più sopra menzionati, che cioè, non solo il magnetismo dovesse mostrarsi più veloce nello scemare o scomparire affatto, ma pur nell'atto di subire un aumento, o di manifestarsi riscaldati allora che fosse stata convenientemente menomata nei nuclei magnetici quella influenza nociva delle superficie chiuse che li avviluppano, e di cui in altro luogo si è parlato. Perocchè essendo come si è detto, le elettrocalamite telefoniche state disposte in modo che solo per piccola parte della loro lunghezza erano ravvolte dalle eliche elettrodinamiche funzionanti da diaframmi chiusi, quell'ostacolo che alla speditezza della produzione come della cessazione del magnetismo sarebbe derivato ad esse, qualora dai detti circuiti fossero state totalmente circondate, resta in grandissima parte eliminato; di qui la ragione degli effetti più distinti ottenuti colle elettrocalamite a fasci, dove nessun'altra superficie reagente interviene all'infuori dei circuiti or detti, a ritardare il moto di orientazione e di disorientazione delle molecole; essendo per contro totalmente attiva nel dispiegare questa nociva influenza la superficie laterale delle elettrocalamite piene. Ma poichè il calore è capace come già vedemmo di togliere a questa superficie la sua efficacia, così il contegno di queste elettrocalamite quando verranno riscaldate in riguardo ai fenomeni di elettrofonìa diventar dovrà uguale a quello delle elettrocalamite costruite con fili; cioè, dovranno permettere nella stessa misura che con queste, chiara e intensa la percezione dei suoni.

Ma la cosa non procedette punto a seconda delle fatte ipotesi per quanto razionale, in apparenza almeno, perocchè, prese pure le necessarie precauzioni onde il calore non potesse influenzare sensibilmente i circuiti, sia eseguendo con prestezza le diverse parti dello sperimento sia tenendo separati i rocchetti con grossi strati o di vetro o di amianto dai noccioli riscaldati delle elettrocalamite, ed evitata per quanto era possibile ogni altra circostanza perturbatrice delle sperienze, il telefono rimaneva silenzioso quando era stato preparato con nuclei pieni riscaldati; la voce della persona che parlava al trasmettitore, era spenta al ricevitore, e solo cominciava a debolmente percepirsi per divenire sempre più distinta, a cominciare dall'istante in cui i nuclei

venivano di prova in prova ripetutamente e parzialmente raffreddati spruzzandoli leggermente con acqua. Raggiunti che avevano la temperatura ordinaria, la voce era ricevuta chiara e distinta. Tale fu pure il contegno dei fasci i quali perduta ogni efficacia portati alla rovenza, la riacquistavano quando venivano raffreddati, d'onde la conclusione che il calore anzichè condizione favorevole, come pareva lecito di prevedere per il buon funzionamento del telefono, dimostravasi invece ostacolo gravissimo. Assicurandomi che un tale risultato non dipendeva da quel poco ed inevitabile riscaldamento dei fili del rocchetto indotto e di quello magnetizzante avvolgenti le estremità della sbarra magnetica, volli vedere se esso fosse stato per avventura causato dal riscaldamento dell'aria situata fra le lamine telefoniche di ferro e la testa dei noccioli, il perchè, levate le prime, e ripetute le prove, ora non più col parlare al trasmettitore, ma sibbene battendo replicatamente sulla estremità nuda della sua elettrocalamita con una verghetta di ottone, mentre chi ascoltava teneva l'orecchio in comunicazione diretta colla estremità libera della elettrocalamita del ricevitore mediante una corta bacchettina metallica, non magnetica, gli urti che erano sentiti distintamente alla temperatura ordinaria, usando fasci o cilindri pieni indifferentemente, assai deboli erano invece percepiti allorquando tali noccioli magnetici erano adoperati al rosso scuro, e come nella esperienza precedente, la massima intensità essi raggiungevano quando con gradualità raffreddamenti le elettrocalamite erano portate alla temperatura iniziale.

Il telefono adunque non mi permetteva di riconfermare quanto per altra via aveva potuto chiaramente dimostrare, ossia il notevole aumento nella velocità del moto magnetico operato dal calore in una massa di ferro, in quelle condizioni che sopra si sono vedute, pur verificandosi il fatto dell'essere per la sua opereziosità circostanza favorevole la rapidità delle correnti che lo eccitano, siccome l'uso delle elettrocalamite a fasci non riscaldate, ed esperienze anteriori di altro genere ¹⁾ me lo avevano provato.

Un'altra cosa però esso mi ha dimostrato, e non scevra d'importanza per la scienza, ed è, che il calore, opponendosi all'eser-

1) V. *loc. cit.*

cizio del telefono fatto intervenire come si disse, c' insegna, che non debbono ritenersi mal fondati quei sospetti sulla attendibilità della attuale teoria telefonica, che distinti sperimentatori avrebbero avanzato ¹⁾; autorizzandoci invece alla supposizione, che i moti di parziale orientamento e disorientamento magnetico delle molecole dentro la massa del ferro, non siano i soli che intervengono nella eccitazione telefonica, ma moti di altra natura, la cui effettuazione regolare ed ordinata sarebbe impedita dall'azione del calore, quando esso interviene nel modo ripetutamente dichiarato.

Parla dal R. Liceo. — *Luglio 1888.*



SUI SISTEMI DI FRANGIE D'INTERFERENZE PRODOTTE DA UNA SORGENTE DI LUCE A DUE COLORI; NOTA DEL DOTTORE MICHELE CANTONE ²⁾

Sinora non si è potuto procedere allo studio di deformazioni istantanee mediante l'apparecchio di Fizeau, perchè gli spostamenti delle frangie d'interferenza, per la grande rapidità con cui avvengono, non possono seguirsi dall'occhio. Io ho pensato però che fosse facile anche in tal caso l'attuazione del metodo in parola ricorrendo per la produzione delle frangie, invece che ad una sorgente di luce monocromatica, ad una fiamma che desse contemporaneamente due colori semplici dello spettro. Infatti allora in luogo di avere anelli di una sola tinta, si devono ottenere anelli a colorazioni diverse e riproducendosi con un dato periodo, per modo da conseguire un effetto analogo a quello che si ha nel fenomeno prodotto dal prof. Righi ³⁾ colla formazione delle frangie negli specchi di Fresnel usufruendo dei raggi provenienti

1) V. Gariel *Traité pratique d'électricité* ed il giornale *L'Électricité* N. 6 Dicembre 1885 e 30 Maggio 1886, *diverse esperienze sul telefono* di Mercadier, Du Moncel, Saborde, Breguet, Ader, Boudet, ec. ec.

2) Lavoro eseguito nel laboratorio di fisica della R. Università di Palermo, maggio 1888.

3) A. Righi, *Ricerche sperimentali sull'interferenza della luce.* — *Memorie dell'Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna*, serie 3, tomo VIII, sessione del 19 aprile 1877.