

SOPRA L' AZIONE MAGNETIZZANTE  
DELLE CORRENTI ELETTRICHE MOMENTANEE

MEMORIA IX.

SULL'INFLUENZA CHE NELLA MAGNETIZZAZIONE DEL FERRO OPERATA  
DALLA SCARICA ELETTRICA ESERCITANO I METALLI, ATTORNO AI QUALI

SI FA CIRCOLARE LA SCARICA MEDESIMA

DEL SOCIO ATTUALE

CAV. PROF. STEFANO MARIANINI.

(Ricevuta il 15 Marzo 1847.)

L'aver veduto nella precedente Memoria VIII che il ferro messo in un'elica aggiunta a quella del magnetometro rinforza l'azione magnetizzante della scarica elettrica anche quando la scarica stessa produce nel detto ferro piccolissime alterazioni nello stato magnetico, e che il rinforzo non è proporzionale alle alterazioni medesime, mi fece nascere il pensiero di osservare se anche i metalli non magnetizzabili, messi nell'elica aggiunta producessero qualche rinforzo nella magnetizzazione leido-elettrica. E l'aver supposto che quel rinforzo provenir potesse da una corrente eccitata dal ferro nell'atto che si magnetizza mi suggerì di sperimentare i metalli foggiate in tubi, ovvero anche in eliche chiuse, essendomi noto che si in quelli che in queste nascono in tale circostanza delle correnti elettriche di induzione (1). Ed ecco l'argomento delle sperienze che andrò discorrendo in questa breve Memoria.

(1) V. la Memoria IV nella quale trattasi dell'influenza degl'involucri metallici nella magnetizzazione operata dalle correnti momentanee nel ferro in essi contenuto.

## PARTE PRIMA.

*Esperienze comprovanti il rinforzo che l'azione magnetizzante della scarica elettrica riceve dai cilindri, dai prismi, dai fasci di fili, e dai tubi metallici attorno ai quali circola la stessa scarica.*

I. Ho messo nell'elica del magnetometro un fascio di cento fili di ferro crudi, lunghi otto centimetri e pesanti grammi 4, 5; all'elica suddetta aggiunsi un'altra elica eguale, e, senza porre in questa verun metallo, scaricai al solito su di esse una boccia di Leida di capacità 5, e carica alla tensione di dieci gradi. E fu tale la magnetizzazione acquistata dal fascetto di fili di ferro che l'ago calamitato sottoposto ad esso era tenuto deviato di  $34^{\circ}.50'$ .

Ho poi messo nell'elica aggiunta un cilindro d'ottone pieno lungo centimetri otto e pesante grammi 129, 7 e, dopo di aver distrutto mediante alcune flessioni il fascetto di fili di ferro del magnetometro, scaricai come sopra la detta boccia ancora colla tensione di dieci gradi, e la forza magnetica acquistata dal fascio anzidetto fu maggiore che nel primo caso; poichè teneva deviato l'ago magnetometrico di  $42^{\circ}$ .

Al cilindro dell'esperienza descritta sostituito un altro esso pure d'ottone egualmente lungo ma pesante solo 40 grammi, ottenni mediante la scarica medesima un rinforzo minore; l'ago deviò di  $29^{\circ}$ .

Ottenni pure non dubbj indizj di rinforzo nell'azione magnetizzante in un cilindretto di ferro dolce e ricotto lungo otto centimetri e pesante grammi sette messo nell'elica del magnetometro in vece del fascio di fili suddetto.

Tale rinforzo per altro è stato appena percettibile quando, in luogo della scarica usata nelle precedenti esperienze, adoperai quella eccitata da una piccola boccia di capacità 1, e carica alla tensione di venti gradi.

II. Nell'elica dello stromento ho messo un fascio di 183 fili di ferro crudo lunghi centimetri 8, 5, e pesanti tra tutti otto grammi. E la scarica eccitata dalla boccia di capacità 5 colla tensione di dodici gradi, mentre l'elica aggiunta era vuota, diede per risultato medio di sei esperienze una magnetizzazione rappresentata dalla deviazione di  $34^{\circ}.48'$ .

E dopo di aver introdotto nell'elica aggiunta un cilindro di stagno lungo otto centimetri e pesante grammi 85, il risultato medio di altri sei esperimenti, fu una magnetizzazione espressa da  $39^{\circ}.4'$ .

Messo nell'elica aggiunta, invece di quello di stagno, un cilindro di zinco lungo otto centimetri e pesante grammi 81, ottenni per risultato medio di sei esperimenti la deviazione  $39^{\circ}.45'$ .

Tolto il cilindro di zinco, e introdotto nell'elica aggiunta uno di piombo lungo esso pure otto centimetri, e pesante grammi 123, 9, il risultato medio di sei esperimenti fu una magnetizzazione espressa dalla deviazione  $47^{\circ}.30'$ .

Altrettanti esperimenti simili ai sovraccennati ho eseguiti dopo d'aver introdotto nell'elica aggiunta un prisma d'ottone lungo centimetri 9, avente per base un quadrato di dodici millimetri di lato, e la media deviazione magnetometrica fu  $46^{\circ}.40'$ .

All'elica aggiunta delle precedenti esperienze ne sostituii una formata del solito fil di rame non più lunga di due centimetri e mezzo, di soli dieci giri, ed avvolta ad un tubo di vetro di centimetri 5, 5 di diametro: e scaricata la solita boccia colla tensione di dodici gradi, l'ago magnetometrico deviò di  $33^{\circ}$ . Ma quando ebbi messo nella detta elica un cilindro di carbone del Bunsen lungo otto centimetri, col diametro della base di quattro centimetri, e pesante grammi 123, una scarica eguale alla predetta produsse la deviazione  $40^{\circ}.30'$ .

Un cilindro di mercurio presso a poco delle dimensioni dell'anzidetto di carbone, sostituito ad esso nella stessa elica, produsse mediante un' eguale scarica la deviazione  $47^{\circ}.30'$ .

23) Finora non ho potuto ottenere verun rinforzo nell'azione magnetizzante delle scariche elettriche dai prismi e cilindri di carbone elettromotore ordinario messi nell'elica aggiunta; nè dai cilindri formati di conduttori elettrici liquidi.

III. La scarica della solita boccia carica alla tensione di dieci gradi, nulla essendo nell'elica solita aggiunta, ed il suddetto fascio di 183 fili di ferro in quella dello stromento, diede per risultato medio di sei esperimenti la deviazione  $27^{\circ}$ .

Ed avendo poi messo nell'elica aggiunta un fascio di 90 fili d'ottone lunghi otto centimetri e mezzo, e pesanti tra tutti grammi 37, il risultato medio di altrettanti esperimenti fu la deviazione  $32^{\circ}$ .

Cimentato allo stesso modo un fascio di fili di rame in numero e dimensioni eguali ai detti fili d'ottone, diede lo stesso risultato.

Messo nell'elica aggiunta un fascio di 830 fili sottili di rame inargentato lunghi centimetri 3,5 e pesanti tra tutti 50 grammi, la magnetizzazione prodotta nel detto fascio di fili di ferro fu tale che teneva deviato l'ago magnetometrico di  $37^{\circ}$ . 30'.

Un fascio formato di 150 fili o minute striscie di piombo lunghe centimetri 3,5, pesanti fra tutte 43 grammi, collocato nell'elica aggiunta, avvalorò esso pure l'azione magnetizzante della suddetta scarica producendo la deviazione  $33^{\circ}$ .

Più tenue fu il rinforzo prodotto da un fascio di 150 fili di stagno lunghi centimetri 3,5 pesanti grammi 15,7. La deviazione fu  $32^{\circ}$ .

Ed un fascio di altrettanti fili di zinco lunghi come i precedenti, e pesanti grammi 3,2, diede un rinforzo ancor minore. La deviazione fu  $31^{\circ}$ . 20'.

IV. *Tubi metallici.* Nell'elica aggiunta a quella del magnetometro ho messo un tubo di lastra d'ottone del diametro di 16 millimetri, lungo nove centimetri e pesante grammi 35,5; e la scarica solita magnetizzò il fascio di fili di ferro che trovavasi nel magnetometro al segno che teneva deviato il sottoposto ago di  $36^{\circ}$ .

Al tubo di lastra d'ottone dell'esperienza precedente un altro ne sostituii di maggior mole d'ottone fuso, il quale era lungo centimetri 8,9, aveva il diametro interno di millimetri otto, e pesava grammi 116,2. Ma il rinforzo da esso prodotto superò di poco quello del tubo sovraccennato; la deviazione fu  $36^{\circ}.45'$ .

Messo nell'elica aggiunta un sottile tubo di piombo lungo centimetri 8,5 col diametro di centimetri 1,5 e pesante grammi 49,6, ebbesi colla solita scarica la deviazione  $31^{\circ}$ .

E messovi un tubo pure di piombo lungo centimetri 9,6 col diametro interno di nove millimetri e pesante grammi 239,7, la deviazione fu  $34^{\circ}$ .

Un tubo d'oro lungo centimetri 9,8 del diametro interno di centimetri 2 e pesante grammi 41,15, in parità di circostanze de' tubi precedenti, produsse la deviazione di  $42^{\circ}.45'$ .

Un tubo di lastra d'ottone prismatico a base quadrata di centimetri 1,2 di lato, lungo centimetri 9,2, pesante grammi 113,5, fece deviare il magnetometro di  $43^{\circ}.15'$ .

Ed un altro tubo, pur di lastra d'ottone e prismatico, a base triangolare equilatera di centimetri 1,4 di lato, lungo come il predetto, e pesante grammi 20,5, rinforzò precisamente come il tubo d'oro sovraccennato.

V. Alla solita elica aggiunta ne attaccai una seconda eguale ad essa, e, quando non v'era ferro in nessuna delle due, la scarica della solita boccia colla tensione di 13 gradi produceva nel magnetometro la deviazione  $22^{\circ}.45'$ .

Messo pertanto il grosso tubo di piombo sopra descritto in una delle eliche aggiunte, la deviazione ottenuta mediante la detta scarica fu  $29^{\circ}.30'$ .

Lasciato il detto tubo nell'elica, e messo il grosso tubo d'ottone nell'altra, la deviazione a pari circostanze fu  $34^{\circ}.25'$ .

Levato il tubo di piombo dall'elica aggiunta in cui si trovava, e lasciato dov'era quello d'ottone, la scarica stessa produceva la deviazione  $27^{\circ}.30'$ .

Tolto anche il secondo tubo dalla seconda elica aggiunta, la deviazione ottenuta fu presso a poco come da principio, cioè 23°.

VI. *Più tubi nella stessa elica aggiunta.* Volli anche vedere se cresceva il rinforzo prodotto da un tubo, introducendo altri tubi nella medesima elica.

Mediante la scarica della solita boccia carica ad undici gradi di tensione, se non v'era alcun tubo nell'elica aggiunta, la deviazione magnetometrica che ottenevasi era 20°.

Collocato nella detta elica un tubo di lastra sottile d'oro lungo centimetri 3, 3, del diametro interno d'un centimetro, e pesante grammi 6, 8, la deviazione ottenuta mediante l'anzidetta scarica fu 24°. 35'.

Tolto dall'elica l'anzidetto tubo d'oro, e messo in suo luogo un tubo d'argento delle stesse dimensioni, la deviazione a parità di circostanze fu 23°.

Ed avendo poi messi entrambi li tubi delle due sovraccennate sperienze nella stessa elica aggiunta, la deviazione fu 25°. 30'.

Per poter introdurre un maggior numero di tubi nell'elica aggiunta delle notate esperienze, ne sostituii un'altra del diametro di tre centimetri, nella quale il fil di rame circonda il tubo di vetro a cui è avvolto sessanta volte, ed è lunga un decimetro. Sperimentando pertanto con quest'elica, se nulla trovavasi nella medesima, mediante la scarica della solita boccia colla tensione di 14 gradi, l'ago del magnetometro deviava di gradi 13°. 15'.

Messo nella detta elica un tubo d'ottone sottile, delle dimensioni di quello d'oro sopra citato, la deviazione prodotta dalla detta scarica fu 13°. 30'.

Messovi anche il tubo d'oro suddetto, la deviazione fu 16°. 30'.

Ai due tubi predetti aggiunto un tubo di platino eguale ad essi in dimensioni, la deviazione fu 20°.

Finalmente aggiunto anche un tubo d'argento non dissimile, quanto alle dimensioni, dai tre precedenti, l'effetto della detta scarica fu 23°. 20'.



VII. Anche con bocce più capaci di quelle fin qui adoperate si osserva il rinforzo nell'azione magnetizzante operato dai metalli posti nell'elica aggiunta.

1°. Una boccia di capacità 9 carica alla tensione di cinque gradi scaricata nell'elica del magnetometro mentre non v'era metallo nell'aggiunta, la deviazione fu 17°.

Messo nell'elica aggiunta il grosso tubo d'ottone, la deviazione fu 19°.

2°. Con una boccia di capacità 25, e carica alla tensione di sei gradi, non essendo niente nell'elica aggiunta, l'ago deviò di 15°.

E dopo d'aver messo il grosso tubo d'ottone nella detta elica, una eguale scarica produsse la deviazione 20°. 30'.

VIII. *Tubo metallico nell'elica aggiunta quando la scarica traversa uno strato d'acqua.* Anche quando la scarica della boccia, oltre che per l'elica aggiunta, deve passare per uno strato d'acqua, purchè la poca conducibilità assoluta di questo non porti già per se stesso un notevole rinforzo nell'azione magnetizzante, un tubo metallico, un prisma, o un fascio di fili messo nell'elica aggiunta rinforza l'azione medesima.

La boccia carica alla tensione di sei gradi, trovandosi nell'elica del magnetometro un fascio di 180 fili sottili di ferro non ricotti, e non mai adoperati, non essendo nulla nell'elica aggiunta, nè dovendo la scarica traversar acqua, la magnetizzazione eccitata nel fascio del magnetometro era tale che teneva l'ago deviato di 31°. 20'.

Un'eguale scarica, obbligata a traversare oltre l'elica aggiunta (nella quale per altro non v'era metallo) anche un prisma d'acqua leggermente salata lungo due centimetri, e avente sei centimetri quadrati di base produceva la deviazione 35°. 50'.

Lasciate le cose come in quest'ultimo sperimento, e messo nell'elica aggiunta il grosso tubo d'ottone, la deviazione prodotta dalla scarica fu 44°. 20'.

Tolto lo strato acqueo, e lasciato nell'elica aggiunta il tubo, la deviazione fu 37°. 40'.

Le esperienze istituite con altri tubi o cilindri, o fasci di fili metallici nell'elica aggiunta condussero a risultati simili a quelli ottenuti col detto tubo d'ottone. Ed ottenni pure risultati analoghi ai qui sopra descritti, ma con differenze più piccole, anche tenendo nell'elica dello stromento un fascio di 500 fili di ferro sottili e ricotti.

IX. *Scarica in parte deviata.* All'elica del magnetometro aggiunsi due eliche, e queste erano unite fra loro mediante una striscia di piombo, ed il capo libero della seconda elica aggiunta lo congiunsi col capo parimente libero dell'elica dello stromento. La striscia poi che univa i due capi liberi suddetti era di tale lunghezza che, se, per iscaricare la boccia di Leida, si poneva in comunicazione l'esterna armatura col punto di mezzo dell'ultima striscia, e l'interna col punto di mezzo di quella che univa le due eliche aggiunte, la scarica aveva presso a poco una strada egualmente conduttrice da percorrere, e passando per l'elica dello stromento, e passando dall'altra parte.

Così disposte le cose, e scaricata al modo che si è detto la boccia colla tensione di sei gradi, mentre non v'era metallo in nessuna delle due eliche aggiunte, la deviazione ottenuta fu  $13^{\circ}.30'$ .

Messo quindi il grosso tubo d'ottone nell'elica aggiunta che trovavasi dalla parte dello stromento, con una scarica eguale alla precedente, ed eseguita allo stesso modo, si conseguì la deviazione  $16^{\circ}.45'$ .

Tolto il detto tubo dall'elica aggiunta in cui si trovava, e messo nell'altra, l'azione magnetizzante d'una scarica eguale alla precedente, ricevette un eguale rinforzo; la deviazione fu ancora  $16^{\circ}.45'$ .

X. In somma in tutte le circostanze in cui il ferro, come si vide nella precedente Memoria, rinforza l'azione magnetizzante della scarica elettrica, anche i tubi metallici, o formati d'altri conduttori elettrici solidi la rinforzano, e lo stesso dicasi de' cilindri, prismi e fasci di fili formati delle stesse sostanze. Bene inteso che tale rinforzo è sempre molto minore di quello che produce un'eguale massa di ferro posta nell'elica aggiunta.



Infatti mentre la scarica della boccia di Leida colla tensione di undici gradi, se nell'elica aggiunta v'era il tubo d'ottone pesante grammi 35,5, il magnetometro stava deviato a  $27^{\circ}$ ; quando nella detta elica poneva un fascetto di 50 fili sottili di ferro crudo, il cui peso era solo di grammi 3,4, cioè neppure la decima parte del peso del tubo, la deviazione era di  $31^{\circ}$ . E messovi un fascio di 25 fili, che non arrivava alla ventesima parte del peso del tubo, il rinforzo era già alquanto maggiore, poichè coll'anzidetta scarica ottenevasi la deviazione  $23^{\circ}$ .

All'occasione di queste sperienze ho pure osservato che il rinforzo prodotto dal tubo metallico non impedisce punto quello cagionato dal ferro che si trova nella medesima elica, semprechè il ferro stesso non sia circondato dal tubo. Infatti, scaricata al solito la boccia colla tensione di dieci gradi, ottenni la deviazione  $20^{\circ}$ .

Messo nell'elica aggiunta un fascio di fili sottili di ferro pesanti tra tutti grammi 6,5, la detta scarica produsse la deviazione  $32^{\circ}$ .

Levato il fascio, e messo nell'elica il tubo di lastra d'ottone descritto al §. IV, la detta scarica produsse la deviazione  $23^{\circ} 30'$ .

Lasciato nell'elica il tubo, e messovi anche l'anzidetto fascio di fili di ferro, non però dentro il tubo, la deviazione in pari circostanza fu  $35^{\circ} 40'$ .

#### PARTE SECONDA.

*Ragionamenti ed esperienze tendenti a dimostrare che il rinforzo nell'azione magnetizzante, di cui si tratta, nasce dall'induzione di second'ordine eccitata nell'elica aggiunta dai metalli che trovansi nella medesima.*

XI. Quando nell'elica aggiunta trovasi un tubo metallico, nel momento che sull'elica stessa vien scaricata la boccia di

Leida, nasce nel tubo stesso una corrente di induzione (1). Se pertanto è da siffatta corrente che nasce il rinforzo nell'azione magnetizzante, anche quando nell'elica aggiunta, invece del tubo metallico, vi sarà un'elica chiusa, dovrà pur aversi un rinforzo, perchè anche in tale elica nasce una corrente di induzione ogniqualvolta si scarichi al solito la boccia di Leida. E ciò avviene di fatto, come si può vedere dalle seguenti esperienze.

1<sup>a</sup>. L'elica aggiunta a quella del magnetometro è questa volta lunga un decimetro, il suo diametro è tre centimetri, e il solito fil di rame coperto di seta si avvolge settantasette volte attorno al tubo di vetro che la sostiene. In questa pertanto collocai un'elica eguale a quella dello stromento; nella quale ho messo un fascio di 175 fili di ferro sottili e crudi.

La solita boccia di capacità 5, carica alla tensione di tre gradi, scaricata al solito mentre l'elica che stava dentro l'aggiunta era aperta, si ottenne per risultato medio di tre sperimenti la deviazione 15°. 15'.

Chiusa poi che fu la detta elica interna, cioè messi fra loro a contatto i due capi della medesima, e rinnovata la scarica suddetta, la deviazione media ottenuta fu 18°. 10'.

2<sup>a</sup>. Aperta di nuovo l'elica interna, e scaricata la boccia colla tensione di dieci gradi, lo stromento deviò di 18°.

E dopo di aver chiusa la detta elica, la scarica eguale alla precedente portò la deviazione 30°. 30'.

XII. Ma in un'elica chiusa nasce la corrente di induzione anche quando essa trovasi, non dentro, ma attorno all'elica sulla quale scaricasi la boccia, e tale induzione nasce pure in un tubo metallico che circonda l'elica stessa (2). Dunque, se è da questa corrente indotta che nasce il rinforzo nell'azione magnetizzante della scarica, anche quando il tubo metallico sarà attorno all'elica aggiunta, dovrà dar luogo a rinforzo

(1) Memoria citata §§. XXV, XXXI e segg.

(2) Memoria citata §. XXVII.

nell'azione di cui si tratta. E ciò pure ho verificato con molte sperienze, delle quali basterà qui accennarne alcune.

1°. Un grosso tubo di ottone lungo un decimetro, del diametro di centimetri 3,5, pesante 361 grammo fu messo attorno all'elica aggiunta. Scaricai al solito la boccia di capacità 5 carica alla tensione di quattro gradi, e ottenni la deviazione 25°. Replicai la detta scarica senza distruggere il magnetismo nel fascio di fili del magnetometro, e la deviazione divenne 31°. 30'. E dopo aver ripetuto altre quattro volte la detta scarica, l'ago magnetometrico deviava di 45°. 30'.

Distrutto allora il magnetismo nel fascio di fili di ferro, tolsi il tubo d'ottone d'attorno all'elica aggiunta, e agendo poscia coll'anzidetta scarica, e per quante volte io la ripetessi, la massima deviazione ch'io perveniva ad ottenere fu solamente 28°. 45'.

Ma messa di nuovo l'elica aggiunta nel detto tubo, mediante una delle dette scariche, l'ago dello stromento passò dal grado 28°. 45' al 36°.

2°. Nell'elica del magnetometro ho messo un fascio di 400 fili sottili di ferro ricotto, e colla boccia carica a sei gradi, quando l'elica aggiunta non era circondata da verun tubo, la deviazione fu 8°.

Introdotta la detta elica in un tubo di piombo lungo centimetri 10,6, pesante grammi 564, essendo la parete grossa di millimetri 5, con una scarica eguale alla precedente ottenni 13°. 30'.

3°. Ho messo di nuovo nell'elica dello stromento il fascio di 175 fili sottili di ferro crudo, e colla boccia carica a dodici gradi, e non essendo l'elica aggiunta circondata da involucro metallico, ottenni la deviazione 31°.

E dopo che l'elica venne circondata da un tubo di ferro lungo un decimetro, del diametro interno di centimetri 2,6 e pesante grammi 356, la deviazione ottenuta colla detta scarica fu 40°.

4<sup>a</sup>. Tolto il detto tubo di ferro, e introdotta l' elica aggiunta in un tubo di carbone del Bunsen lungo centimetri 13 e pesante grammi 399, si ebbe colla scarica eguale a quella della precedente esperienza la deviazione  $41^{\circ}.20'$  (1).

XIII. Possiamo adunque ragionevolmente ritenere che la circostanza, per la quale i tubi metallici messi nell' elica aggiunta rinforzano l' azione magnetizzante della scarica elettrica sia l' aver luogo in essi una corrente di induzione nel momento in cui la scarica stessa circola attorno ai medesimi.

Ma per qual ragione questa corrente indotta nel tubo che si trova dentro l' elica aggiunta, o attorno ad essa, avvalorata l' azione magnetizzante della boccia, o almeno fa sì che la magnetizzazione riesca più forte? Credo essere questa la prima volta che mi torna opportuno l' aver osservato, or son dieci anni, che la corrente di induzione genera un' altra corrente pur d' induzione in un circuito metallico chiuso vicino ad essa, e che questa, cui dissi *induzione di second' ordine*, ha una direzione opposta a quella di primo ordine che la produce, ed è in conseguenza diretta nel medesimo senso della corrente primitiva o inducente. Pertanto io dico che la corrente di induzione di prim' ordine, la quale nasce nel tubo per la corrente momentanea che circola nell' elica che lo circonda produce nell' elica stessa una corrente d' induzione di second' ordine, la quale, essendo diretta nel medesimo senso della scarica leido-elettrica, polarizza il ferro dell' elica del magnetometro nel medesimo senso della scarica stessa, e quindi la magnetizzazione riesce più forte.

Che un filo metallico, nel quale circola una corrente di induzione leido-elettrica, generi in un altro filo chiuso vicino e parallelo ad esso un' induzione di second' ordine, lo dimostrai al §. XIII della mia prima Memoria sulle correnti prodotte

---

(1) Si è anche osservato che il rinforzo prodotto dal tubo interno viene qualche poco avvalorato dall' applicare all' elica aggiunta un tubo esteriore: e reciprocamente che il rinforzo prodotto da questo viene avvalorato da un tubo introdotto nell' elica stessa.

dalla induzione delle correnti elettriche momentanee (1). E che altrettanto faccia un tubo metallico, quando in esso ha luogo una corrente indotta, è messo fuori di ogni dubbio dalle sperienze registrate al §. XXXI della citata mia Memoria sull' influenza degl' involucri metallici nella magnetizzazione di ferri in essi contenuti (2). Tuttavia credo opportuno di far vedere che tali induzioni di second' ordine hanno luogo anche in esperienze simili a quelle registrate in questa Memoria.

1<sup>a</sup>. Nell' elica aggiunta a quella del magnetometro introdussi un'altr' elica, ma solo per metà, e feci che l'altra metà fosse introdotta in un'altra eguale all' aggiunta. Su quest' ultima scaricai la solita boccia di Leida e carica alla tensione di dieci gradi; ed osservai che, se l' elica introdotta era aperta, non avevasi alcuna deviazione, come era ben d' aspettarsi, nel magnetometro; ma se l' anzidetta elica era chiusa, nel qual caso la scarica, che si faceva circolare attorno alla sua metà, eccitava in tutta quanta un' induzione di prim' ordine, il magnetometro deviava di parecchi gradi, e nel medesimo verso che avrebbe deviato, se la boccia si fosse scaricata nella stessa direzione sull' elica aggiunta. Il quale risultato dimostra che veramente la corrente d' induzione di prim' ordine, che aveva luogo nell' elica interna, generava nell' aggiunta che per metà la ricopriva un' induzione di second' ordine contraria alla detta di primo, e perciò cospirante con quella che la corrente inducente, cioè la scarica elettrica avrebbe eccitata agendo essa stessa su quell' elica aggiunta.

2<sup>a</sup>. Attorno ad un tubo di vetro avvolsi due eliche, ciascuna di quindici giri, l' una verso un estremo e l' altra verso l' altro, e separate da tale intervallo che, scaricando sopra una di queste la boccia, non nasceva induzione di sorta nell' altra quantunque chiusa. Introdussi poi nel tubo l' elica aggiunta


(1) Memorie di Fisica sperimentale anno 1837, pag. 62. *Annales de Chimie et de Physique, Troisième serie, Tome X, pag. 401.*

(2) Opera citata, anno 1840.



a quella del magnetometro. Con tale apparecchio istituivasi più agevolmente le sperienze simili alla precedente; e qui pure ogniquálvolta scaricavasi la boccia sopra una delle eliche circondanti il tubo, e l'altra era chiusa, se la tensione era sufficiente a produrre una sensibile induzione di second' ordine, si ottenevano nel magnetometro deviazioni le quali indicavano che l'effetto di quest'ultima conspirava con quello della scarica che immediatamente scorreva per l'elica del magnetometro stesso.

XIV. A fine di dimostrare che anche un tubo metallico circondato da un'elica, nell'atto che si scarica su questa la boccia di Leida può eccitare in un'altr'elica in esso contenuta una induzione di second'ordine descriverò l'esperienza la quale per amore di brevità non feci che accennare alla fine del §. XXXIII della citata Memoria.

Due tubi eguali d'ottone li feci unire fra loro mediante due lastre pure d'ottone lunghe com'essi nove centimetri, parallele fra loro, e non più distanti di un millimetro l'uno dall'altro; e feci fare una fessura in ciascun tubo, la quale incontrava il vano che lasciavano le due lastre. Così che la sezione perpendicolare agli assi di questo tubo presenta questa figura 

In vicinanza ad uno de' tubi feci fare trenta fori in fila nelle due lastre che li congiungono, e attorno al detto tubo vicino ai fori feci avvolgere un'elica di fil di rame ben coperto di seta facendo passare il filo ad ogni avvolgimento pei due fori che trovansi dirimpetto l'uno all'altro nelle due lastre, compiendo così trenta avvolgimenti.

Messa pertanto un'elica nell'uno e nell'altro tubo, posi quella che stava nel tubo nudo in comunicazione con l'elica del magnetometro, e scaricai sull'altra (la quale era nel tubo circondato dall'elica) la boccia carica alla tensione di quindici gradi; e l'ago dello stromento deviò di 6°.

Donde si vede che la corrente indotta nel tubo dall'elettricità che scorreva nell'elica che lo circondava, produsse

una corrente di induzione di second' ordine nell' elica contenuta nell' altro tubo.

Dunque il tubo metallico che è nell' elica aggiunta o attorno ad essa avvalorà l' azione magnetizzante della scarica elettrica, o rende più forte il magnetismo ch' essa produce nel ferro, perchè esso tubo eccita nell' elica aggiunta un' altra corrente cospirante con quella della scarica. E lo stesso deve pur dirsi dei cilindri e dei fasci di fili metallici messi nell' elica aggiunta.

XV. Due adunque sono le correnti che nel caso di cui si tratta operano nel ferro; quella della scarica della boccia, e quella d' induzione di second' ordine che il conduttore elettrico messo nell' elica aggiunta o disposto attorno ad essa eccita nell' elica medesima.

Ma gli effetti di due correnti di così differente forza, e che si succedono l' una all' altra con tale prestezza che possono dirsi contemporanee, perchè non si tosto che l' una comincia, comincia anche l' altra, possono poi realmente aggiungersi, e produrre quindi effetto più grande?

Per togliere questo estremo dubbio che potrebbe forse rimanere ho studiato di conseguire in altra guisa due correnti elettriche momentanee, e di forza differente, e che con rapidità non minore di quella delle due sopra menzionate si succedessero l' una all' altra. Al quale oggetto feci costruire una boccia di Leida coll' armatura esteriore divisa in due parti eguali fra loro ed in modo che restano separate l' una dall' altra da una fascia di vetro nudo larga un centimetro. Se la boccia è verticale, la superficie di vetro nudo che separa le due semi-armature esteriori presenta due zone pur verticali l' una di contro all' altra, le quali dall' orlo dell' armatura esterna discendono alla base e riescono unite fra loro per via d' un' altra zona che si trova nella superficie esteriore del fondo della boccia. Una delle semi-armature esteriori la chiamo *destra*, e l' altra *sinistra*.

Caricata pertanto al solito siffatta boccia d'elettricità positiva, qualora si faccia arco di comunicazione fra una delle semi-armature esteriori, la destra, per esempio, e l'armatura interna, mentre l'elettricità di questa si slancia sulla detta semi-armatura destra, la semi-armatura sinistra cessa di essere attuata, sorge quindi in essa la tensione negativa, per la qual tensione chiama tosto a se l'elettricità in eccesso che si trova nella semi-armatura destra, e v' ha quindi un' altra scarica, o corrente elettrica che dalla destra semi-armatura va alla sinistra. La quale scarica è manifestata dalla scintilla che scocca tra le due semi-armature; se esse non comunicano fra loro per via d' un conduttore, dalla scossa, se esse sono in comunicazione per via d' una o più persone, dalla deviazione dell' ago calamitato, se è l' elica d' un re-elettrometro che stabilisce l' arco di comunicazione fra le due semi-armature. Ed in quest' ultimo caso la deviazione ha luogo in un verso o nell' opposto secondo che la scarica della boccia viene determinata ponendo in comunicazione l' armatura interna con la semi-armatura destra, ovvero con la sinistra.

Possiamo adunque avere con siffatta boccia due scariche le quali si succedono l' una all' altra con tale rapidità che possono riputarsi contemporanee dotate della stessa tensione; ma la quantità d' elettrico che scorre nel conduttore che unisce l' armatura interna con una delle esterne è circa doppia di quella che scorre da una semi-armatura all' altra. E sarebbe circa tripla, quadrupla ecc. se l' armatura esteriore fosse divisa in due parti che stessero fra loro come due ad uno, come tre ad uno ecc.

Per assoggettare adunque il ferro alle azioni magnetizzanti simultanee della descritta boccia ho collocato nell' elica del magnetometro, la quale era destra, un' altr' elica parimente destra, ed in questa il fascio di fili di ferro. Caricai la boccia a dieci gradi, quindi posi il capo orientale dell' elica interna a contatto della semi-armatura esteriore destra, ed il capo occidentale dell' elica stessa colla sinistra; poscia, dopo aver

messo anche il capo orientale dell' altr' elica a contatto colla semi-armatura destra, determinai la scarica della boccia portando mediante un bastone isolante il capo occidentale di quest' elica a contatto della sfera comunicante coll' armatura interna della boccia, e l' effetto fu una deviazione di  $24^{\circ}.30'$ .

Veduto l' effetto delle due scariche simultanee, passai a vedere quello delle scariche medesime fatte agire l' una dopo l' altra. Ed ho osservato che, tenuto il debito conto dell' influenza che un' elica esercita sull' altra, il risultato superava di pochissimo quello conseguito precedentemente.

Dopo di aver veduto con questa ed altre simili esperienze che gli effetti di due correnti momentanee che operano simultaneamente si aggiungono l' uno all' altro come presso a poco quando operano successivamente, non rimane in me più alcuna dubbio sulla spiegazione data del rinforzo che l' azione magnetizzante della scarica elettrica riceve dai metalli, o da altri conduttori di prima classe posti in un' elica aggiunta a quella contenente il ferro che viene magnetizzato colla boccia di Leida. Conchiudo adunque:

1°. Che l' azione magnetizzante della boccia di Leida viene rinforzata da uno o più prismi di metallo, o di altra sostanza elettromotrice solida, cavi o pieni, che si trovano in un' elica aggiunta a quella in cui evvi il ferro da magnetizzare:

2°. Che il rinforzo di cui si parla, a parità di circostanze è molto minore di quello prodotto dal ferro, ed ha luogo in tutti i casi ne' quali il ferro stesso rinforza l' azione magnetizzante:

3°. Che tale rinforzo succede perchè la scarica della boccia fa nascere nel metallo, attorno al quale circola, una corrente di induzione, la quale ne produce una di second' ordine nell' elica contenente il metallo stesso; e questa essendo diretta nel medesimo senso della scarica, o corrente momentanea primitiva, polarizza magneticamente il ferro contenuto nell' altr' elica nel medesimo senso, in cui viene polarizzato dalla scarica stessa.