

SULL' AZIONE MAGNETIZZANTE
DELLE CORRENTI ELETTRICHE MOMENTANEE
 MEMORIA X.

DELLA INDUZIONE LEIDO-MAGNETO-ELETTRICA

VALE A DIRE

DELLA CORRENTE CHE IL FERRO ECCITA NELL'ELICA CHE LO CIRCONDA MENTRE CIRCOLA ATTORNO AD ESSO UNA SCARICA ELETTRICA. EGLI È PRINCIPALMENTE DA SIFFATTA INDUZIONE CHE SEMBRA DERIVARE IL RINFORZO NELL' AZIONE MAGNETIZZANTE DELLA SCARICA ELETTRICA PRODOTTO DAL FERRO ATTORNO AL QUALE CIRCOLA LA SCARICA STESSA

DEL CAVALIERE

PROFESSORE STEFANO MARIANINI
 SOCIO ATTUALE.

Ricevuta il dì 11 Aprile 1852.

I. Se, per aver veduto che il ferro, messo nell'elica aggiunta a quella del magnetometro, rinforza l'azione magnetizzante della scarica elettrica anche quando in esso ferro non avviene alterazione sensibile nello stato magnetico, ho giustamente sospettato, come si vide nella precedente Memoria, che egli potesse agire come semplice metallo, o conduttore elettrico di prima classe: non ne viene da ciò che quel ferro, nel rinforzare che fa la detta azione, operi unicamente come metallo. Imperocchè è troppo grande la differenza che si osserva tra il rinforzo cagionato da un ferro e quello prodotto da un altro metallo a parità di circostanze. Infatti di due tubi di eguali dimensioni l'uno d'argento e l'altro di ferro, messo il primo in un elica aggiunta a quella del magnetometro, non si ottenne, mediante la scarica d'una boccia di capacità 5 (1), e carica

(1) Il numero con cui indico la capacità della boccia esprime il rapporto della capacità stessa con quella d'un'altra boccia, nella quale il vetro ha un millimetro di grossezza, e l'una e l'altra superficie armata è di un decimetro quadrato.

alla tensione di dieci gradi, se non la deviazione di gradi $27^{\circ}.30'$, la quale supera solo di due gradi e mezzo quella che si otteneva dalla scarica stessa quando non v'era metallo nella detta elica aggiunta. Ma sostituito al tubo d'argento quello di ferro, una scarica eguale alla precedente produsse la deviazione $33^{\circ}.30'$.

Il ferro adunque nell'atto della scarica, oltre ad eccitare nell'elica che lo circonda quella corrente di induzione di second'ordine, dalla quale abbiamo veduto provenire un rinforzo all'azione magnetizzante, eccita un'altra forza che si aggiunge ad essa. Ed io credo essere questa una corrente di induzione che lo stesso ferro eccita nell'elica che lo circonda nel momento che viene magnetizzato dalla scarica elettrica.

Che un ferro nell'atto che viene fortemente magnetizzato produca una momentanea corrente in un'elica metallica che lo circonda, è noto; come è pur noto che un ferro fortemente magnetizzato introdotto in un'elica, o anche solo avvicinato ad essa, induce una corrente. Ma nel caso nostro le magnetiche forze che acquistano i ferri sono assai meschine, e tali che non se ne ottiene il menomo indizio al galvanometro quando essi vengono avvicinati o anco introdotti nelle eliche comunicanti col galvanometro stesso o col re-elettrometro. Convien dunque dire che il rinforzo prodotto dal ferro nell'azione magnetizzante della scarica che vi circola attorno sia per la massima parte dovuto ad una induzione che nel momento della scarica esso genera nell'elica che lo investe. Ella è questa un'induzione differente dalle fin qui considerate, e la distinguerò da quelle col chiamarla *induzione leido-magneto-elettrica*. Ed io mi propongo appunto di dimostrare nella prima e principale parte di questa Memoria che siffatta induzione ha luogo, per poi dimostrare nella seconda che da essa principalmente sembrano derivare i rinforzi nell'azione magnetizzante delle scariche elettriche, de' quali ho trattato nella Memoria ottava (1).

(1) Inscritta, come la nona, nella Parte seconda del Tomo XXIV.

PARTE PRIMA

DELLE CORRENTI ELETTRICHE

PRODOTTE DALLA INDUZIONE LEIDO-MAGNETO-ELETTRICA.

II. I primi fatti che m'indussero a sospettare che il ferro, nell'atto che viene magnetizzato da una scarica elettrica, ecciti una corrente nell'elica che lo circonda, gli osservai sperimentando sulle induzioni leido-elettriche. Ecco alcune di siffatte sperienze.

1°. Un' elica di fil di rame coperto di seta lunga un decimetro, di cinquanta avvolgimenti, e due centimetri di diametro fu messa in comunicazione coll' elica del re-elettrometro, ed entro quella prima ne posi un'altra. Scaricata quindi su questa una boccia di Leida di capacità 1, e carica alla tensione di dieci gradi dell'elettrometro del Volta a doppio quadrante, venne eccitata nell' elica esterna una corrente di induzione la quale deviò l' ago dello stromento di 14°.

Ma dopo aver messo nell' elica interna un fascio di cento fili di ferro dolce e ricotto lungo nove centimetri, replicata la scarica, l' ago deviò di gradi 22°. 30'.

2°. Caricata la detta boccia a venti gradi, ed istituite le prove dell' esperienza precedente, se non vi era ferro nell' elica interna, l' effetto che conseguivasi era una deviazione di 34°. 30'.

E se vi era il suddetto fascio 51°.

3°. Invece dell' elica esterna, ho messo questa volta la interna in comunicazione col re-elettrometro per far sì che l' elica attuante o inducente fosse l' esterna, e, scaricata la boccia sull' elica interna mentre non era ferro in essa, la deviazione fu 18°.

E messo nella detta elica interna il solito fascio 31°. 20'.

4°. Facendo uso d' una boccia di capacità 5, e carica alla tensione di tre gradi, se non v' era ferro nell' elica interna, l' energia della corrente indotta era indicata da 4°.

E se vi era il solito ferro da 9°.

Quel fascio di fil di ferro adunque, introdotto nell' elica attuante o nell' attuata, rende più forte la corrente indotta dalla scarica elettrica. E da ciò io deduceva che quel ferro nell' atto che si magnetizza, eccita nell' elica chiusa che lo circonda, e che comunica collo stromento, un' altra corrente cospirante con quella prodotta nell' elica stessa dalla scarica elettrica.

III. Rimanevami per altro il dubbio che siccome quel fascio di fil di ferro era circondato anche dall' elica sulla quale scaricavasi la boccia, così quel ferro stesso, il quale, come sappiamo avvalorava l' azione magnetizzante della scarica, ne avvalorasse ancora l' azione inducente, e da ciò nascesse l' aumento di forza nella corrente indotta. E che la cosa potesse essere così me ne accertai colla seguente sperienza.

Lasciate le cose disposte come ho detto sopra, unii ad un capo dell' elica esterna un capo d' un' altr' elica, e scaricava poi la boccia piccola colla tensione di dieci gradi ponendo un' armatura in comunicazione col capo libero dell' elica esterna suddetta, e l' altra col capo libero dell' elica aggiunta. Ed osservai che, se non v' era ferro in quest' ultima, la deviazione era $15^{\circ}.30'$.

E se v' era in essa il solito fascio la deviazione era di 24° .

Si vede adunque che il ferro in un' elica aggiunta a quella su cui si scarica la boccia di Leida, accresce l' azione inducente della corrente della boccia stessa. Pertanto mentre questi risultati ci fanno conoscere una nuova analogia tra le azioni inducente e magnetizzante della scarica elettrica, dimostrano altresì che il maggiore effetto ottenuto nelle sperienze del paragrafo precedente quando nell' elica inducente o nella indotta v' era del ferro, provenir potrebbe o in tutto o in parte, dall' avvalorare che fa il ferro in quelle circostanze l' azione inducente della scarica elettrica.

IV. Per vedere adunque con chiarezza se veramente il ferro, nell' atto che viene magnetizzato dalla scarica elettrica, eccita una corrente nell' elica che lo circonda, ho messo un

fascio di cinquecento fili di ferro entro due eliche corte, ciascuna di dieci giri, ed in modo che una circondasse un' estremità del fascio suddetto, e l'altra circondasse l'estremità opposta. I capi di una li misi in comunicazione coi capi dell'elica del magnetometro, e l'altra era destinata a scaricare la boccia di Leida. Pertanto ho osservato che, scaricando su quest'ultima la solita boccia colla tensione di gradi dieci, il magnetometro rimaneva deviato di parecchi gradi.

Nè mi parve che questo risultato attribuir si potesse ad induzione leido-elettrica, vale a dire ad una corrente indotta nell'elica comunicante collo stromento dalla scarica circolante nell'altr'elica; imperocchè, tolto dalle due eliche il fascio di fili di ferro, e sostituito ad esso un fascio di fil di rame o altro metallo, o un tubo di vetro, e ripetuta la scarica, non avevasi verun indizio che nell'altr'elica si eccitasse corrente elettrica.

Egli è ben vero che se le due eliche sono tra loro vicine, non separate, per esempio, che da un centimetro o due di distanza, ha luogo un'induzione leido-elettrica, e questa nella circostanza dell'esperienza accennata, e quando non v'è il fascio di fil di ferro nelle due eliche, fa deviare di uno o due gradi il magnetometro. Potevasi perciò dubitare che l'effetto molto più notevole che si ottiene quando è il fascio di ferro nelle eliche provenisse dal rinforzo prodotto dal ferro nella azione inducente della scarica, e da quello prodotto dal ferro stesso nell'azione magnetizzante della corrente indotta. Perciò introdussi un corto fascio di fil di ferro nell'elica sulla quale avevasi a scaricare la boccia, ed un altro nell'altra; e mediante la solita scarica non otteneva che una deviazione di tre gradi e mezzo. Laddove introdotto in esse il fascio lungo ed in modo che riusciva in due de' suoi tratti ricoperto dalle due eliche, io otteneva, mediante la solita scarica, una deviazione di dodici gradi.

V. Ma l'esperimento che sgombrò ogni dubbio fu il seguente. Due eliche lunghe l'una e l'altra un decimetro, di

sedici millimetri di diametro e di cinquanta giri, erano avvolte al medesimo tubo di vetro e vicine l'una all'altra. Scaricata la solita boccia carica alla tensione di quindici gradi sopra una di esse, e mentre l'altra comunicava con un magnetometro, avevasi una magnetizzazione indicata da quattro, o al più da cinque gradi, e questa era prodotta dalla induzione leido-elettrica, cioè dalla corrente fatta nascere nell'elica comunicante collo stromento dalla scarica che invadeva l'elica vicina. Ma introdotto un fascio di fili di ferro lungo due decimetri nel tubo, e scaricata la boccia nell'elica libera, come precedentemente, la magnetizzazione non solo è stata più forte (portando una deviazione di quindici gradi), ma ancora contraria a quella prodotta dalla induzione leido-elettrica.

Ed ecco in questo fatto una prova convincente che questa induzione che diciamo *leido-magneto-elettrica* non è una induzione leido-elettrica rinforzata dal ferro contenuto nelle due eliche: ma è veramente una corrente eccitata dal ferro stesso nella spira metallica che vi sta attorno nell'atto che esso viene magnetizzato dalla scarica elettrica.

VI. Accertato così dell'esistenza dell'induzione leido-magneto-elettrica, mi accinsi a sperimentare intorno alla medesima per conoscere le circostanze più opportune a renderla più cospicua. E volli prima di tutto osservare se era o no indifferente che, le due eliche ricoprissero un tratto qualunque del ferro in esso contenuto.

Due eliche eguali, ciascuna di dieci giri, lunghe due centimetri furono messe attorno ad un fascio di dugento fili sottili di ferro lunghi un decimetro, ed in modo che ciascuna copriva un'estremità del detto fascio, ed erano perciò separate l'una dall'altra per un intervallo di sei centimetri. Uniti poscia i capi di una con quelli dell'elica del magnetometro, e scaricata sull'altra la boccia di capacità cinque carica alla tensione di 15 gradi, la corrente indotta nell'altra elica fece deviar il magnetometro di 2°.

Avvicinate le due eliche in modo che distavano l'una dall'altra di centimetri 4,5 ed erano equidistanti dal punto di mezzo del fascio, l'induzione leido-magneto-elettrica cagionata da una scarica eguale alla precedente venne indicata dalla deviazione 3°. 30'.

Avvicinate le eliche al punto di mezzo del fascio di fili, in modo che non distavano più di tre millimetri l'una dall'altra, la scarica consueta produsse un'induzione indicata da 12°.

VII. Nell'esperienze fin qui descritte l'elica che riceveva la corrente indotta ricopriva i tratti del fascio di fil di ferro che acquistavano mediante la scarica la polarità boreale. Ho ripetute siffatte sperienze dopo di aver messo in comunicazione col magnetometro l'elica che si adattava alla parte del fascio la quale acquistava nell'atto della scarica la polarità australe, e la corrente leido-magneto-elettrica, che veniva indotta nell'elica, era diretta ancora allo stesso modo, poichè lo stromento deviava dalla stessa parte.

VIII. Una delle mentovate eliche fu applicata a ricoprire la parte mezzana del fascio di fil di ferro, e l'altra vicino ad essa. Uniti pertanto i capi di questa a quelli dell'elica del magnetometro, e scaricata la boccia colla tensione di quindici gradi sull'elica che involgeva la parte mezzana del fascio, la deviazione prodotta dalla induzione leido-magneto-elettrica fu di 9°.

Ma avendo messa l'elica che ricopriva la parte media in comunicazione col magnetometro, e fatta scorrere per l'altra una scarica eguale alla predetta, l'induzione leido-magneto-elettrica fu più forte; essa fece deviar l'ago di 17°.

Dopo di aver replicate più volte le due sperienze ora descritte, e sempre cogli stessi risultati, altre ne ho istituite caricando la boccia a dieci gradi di tensione. Ed allora, se l'elica che accoglieva la corrente indotta era la laterale, la deviazione era di gradi 7°. 15'. E quando la detta induzione era ricevuta dall'elica involgente il tratto medio del fascio, era di gradi 9°. 30'.

Si vede adunque che il ferro nell'atto che viene magnetizzato dalla scarica elettrica eccita una corrente di induzione

più forte attorno a se nel tratto medio; sebbene ivi la polarità che acquista sia poco o nulla appariscente.

IX. Quando per altro il ferro circondato dalle eliche è molto più lungo di esse, meno sensibile è la differenza che si osserva fra l'induzione eccitata nell'elica che circonda la parte mezzana, e quella eccitata nell'elica involgente un altro tratto del ferro stesso.

Avendo infatti sostituito al fascio delle sperienze descritte nel paragrafo precedente un fascio di 250 fili sottili di ferro lunghi vent'otto centimetri, e messa un'elica a ricoprire il tratto mezzano di esso fascio, e l'altra a rivestire il tratto vicino; se l'induzione veniva ricevuta dall'elica rivestente il tratto di mezzo, la deviazione era di 16°, e se era ricevuta dall'altra, era di gradi 15°. 30'.

In queste esperienze la boccia veniva caricata alla tensione di dodici gradi.

E qui noteremo che la differenza fra le due suddette correnti indotte è piccola anche quando le due eliche ricoprono altri due tratti qualunque tra loro vicini del fascio. Bene inteso che se le due eliche si pongono verso un'estremità, l'induzione è più debole.

Nelle circostanze dell'esperienza qui sopra descritta, se le due eliche erano ad un'estremità del fascio, fosse poi quella che acquistava la polarità boreale o quella che conseguiva l'australe, la corrente indotta era di gradi 11°. 30'. Che se le due eliche stavano verso il mezzo del fascio, la deviazione era 15°. 30'.

Al fascio di fili di ferro suddetto ho sostituito un fascio di ottanta fili sottili d'acciajo lunghi centimetri 23,5, pesanti fra tutti 69 grammi: ed allora era presso a poco indifferente per la corrente di induzione leido-magneto-elettrica, che le due spire vicine ricoprivano qualunque tratto di esso fascio.

X. Per ottenere effetti più cospicui da questa sorta di correnti volli provare ad avviarne al tempo stesso più d'una nel medesimo filo metallico. A tale oggetto ho collocato due eliche l'una accanto all'altra, fra loro parallele e congiunte

in modo che, scaricando su di esse la boccia di Leida, l'elettricità scorresse in entrambe nel medesimo senso. Altre due eliche eguali alle suddette, ciascuna avente i capi liberi, vennero poste di fronte alle prime due in modo che l'asse di ciascuna di queste era nel prolungamento dell'asse di quella che gli stava di fronte. Il filo girava nel medesimo senso anche in queste due, e li due capi che erano dalla stessa parte nell'una e nell'altra comunicavano con un capo del filo del re-elettrometro, e gli altri due capi delle dette eliche comunicavano coll'altro estremo del detto filo. Messo pertanto un fascio di fil di ferro in modo che fosse coperto in parte da una delle dette eliche, ed in parte da quella che gli stava di fronte, ho scaricata la boccia colla tensione di quindici gradi sull'elica che non comunicava collo stromento, ed ebbi un'induzione leido-magneto-elettrica indicata dalla deviazione di tre gradi.

Dopo di ciò misi un secondo fascio di fil di ferro nelle altre due eliche, e nel modo qui sopra descritto, ed allora con una scarica eguale alla precedente otteneva la deviazione di 7° .

Se questo secondo ferro collocavalo in modo che fosse circondato solamente dall'elica in cui scaricavasi la boccia, allora la deviazione superava di pochissimo quella che ottenevasi quando il detto secondo ferro non esisteva. Onde conchiudo che due correnti leido-magneto-elettriche si possono per così dire sommare insieme avviandole nel medesimo filo metallico. E così credo che se ne possano unire insieme tre, quattro e più. Io non ho per altro estesa maggiormente questa maniera di sperimentare, perchè mi è suggerito un modo più agevole di ottenere di siffatte correnti più forti, e che passo a descrivere.

XI. Io aveva veduto, come notai al §. VI, che la direzione della induzione leido-magneto-elettrica era la stessa, da qualunque parte si ritrovasse l'elica che la riceveva rispetto a quella sulla quale veniva scaricata la boccia; pensai perciò che si avrebbero induzioni più forti qualora l'elica che la riceveva si fosse trovata in mezzo ad altre due, sulle quali si fosse scaricata la boccia.

Ho adunque introdotto il fascio di fil di ferro che servi alle sperienze del §. V. in tre eliche da tre giri ciascuna, ed eguali alle già descritte: ho messi i capi di quella di mezzo in comunicazione con quelli dell' elica del re-elettrometro; ed ho uniti fra loro i due capi delle altre due vicini all' elica di mezzo; e gli altri due, che rimanevano liberi, servivano alle comunicazioni colle armature della boccia quando voleva scaricarla su di esse.

Eseguita pertanto la scarica della boccia di capacità 5 e colla tensione di 15 gradi, mentre gl' intervalli che dividevano le due eliche laterali da quella di mezzo non erano che di un centimetro, l' induzione leido-magneto-elettrica eccitata nella detta elica di mezzo fece deviare lo stromento di $20^{\circ}.30'$.

E quando io invadeva colla detta scarica una sola elica laterale, l' induzione eccitata nella vicina non portava che la deviazione di gradi 12.

XII. Applicate le tre eliche al fascio di ottanta fili lungo centimetri 23,5, di cui si parlò al §. VIII, ed esperimentando come si è detto nel precedente, si ottennero a circostanze pari induzioni leido-magneto-elettriche più forti che non quando esperimentavasi con due soltanto di dette eliche.

Si provò ad applicarle ora nel mezzo, ora verso le estremità di esso fascio: ma non si ebbero differenze sensibili negli effetti. La boccia carica alla tensione di dodici gradi produsse una corrente indotta, che deviava di 17 gradi il re-elettrometro, dovunque fossero collocate le tre eliche, purchè non variassero le distanze a cui si trovavano fra di loro.

XIII. Poteva dubitarsi se il maggior effetto ottenuto, esperimentando colle tre eliche al modo che abbiamo detto, provenisse dall' essere le due eliche, riceventi la scarica o l' induzione, collocate l'una da una parte o l'altra dall'altra della terza, o provenisse solamente dall' essere le due eliche unite in modo da formarne una sola, nulla importando poi che l'altra fosse fra esse, o accanto ad esse. Tornai pertanto ad esperimentare con due eliche, ma una di esse doppia dell' altra e

per numero di giri e per lunghezza, a fine di vedere se, anche in questa guisa, ottenevansi induzioni più forti.

Messe adunque siffatte eliche vicine fra loro a ricoprire un tratto del fascio di ottanta fili di acciaio, e scaricata la boccia di capacità 5 e alla tensione quindici su quella di dieci giri, la corrente eccitata nell'altra congiunta col re-elettrometro fece deviar l'ago di $18^{\circ}.30'$.

Congiunta poi collo stromento l'elica di dieci giri, e scaricata la boccia, carica come sopra sull'elica di venti giri, il risultato medio di quattro esperimenti fu ancora la deviazione di $18^{\circ}.30'$.

E lo stesso accadeva se, all'elica di venti giri, io sostituisca due eliche di dieci vicine tra loro e congiunte in guisa da formarne una sola.

Ma messa l'elica di dieci giri in mezzo ad altre due parimente di dieci giri, quando l'induzione era ricevuta da quella di mezzo, la deviazione fu (per medio risultato di tre esperimenti) $26^{\circ}.40'$.

E quando l'induzione era ricevuta dalle altre due insieme unite, l'ago dello stromento deviò di $28^{\circ}.30'$.

La differenza fra questi due ultimi risultati è poca cosa: ma è notevole il vantaggio che quest'ultima disposizione ha sulla precedente. Volli pertanto vedere se, quando si scarica la boccia sull'elica di mezzo, le due induzioni eccitate nelle laterali fossero indipendenti l'una dall'altra.

Ho messe perciò intorno al fascio di fil di ferro tre eliche, la prima delle quali comunicava con un re-elettrometro, e la terza con un altro: scaricai la boccia colla tensione 15 sopra la seconda che stava tra le altre due; e avvenne che, sì l'uno che l'altro istromento indicava, con deviazioni di circa quattordici gradi, che aveva luogo l'induzione leido-magneto-elettrica e nella prima e nella terza delle dette eliche.

E con successivi esperimenti ho pur veduto che, a parità di circostanze, le deviazioni ottenute in ciascun istromento erano eguali e quando una sola delle eliche indotte comunicava col

re-elettrometro, e quando comunicavano entrambe. Il che dimostra che la corrente eccitata da un tratto del ferro attorno a cui circola la scarica elettrica non turba la corrente che viene eccitata da un altro tratto.

XIV. Il fatto ora stabilito mi suggerì di collocare attorno allo stesso fascio di fili cinque delle solite eliche ed in modo che la prima, la terza e la quinta fossero unite in guisa da formarne una sola, e ne congiunsi li due capi estremi coll' elica del re-elettrometro. Parimente la seconda e la quarta le congiunsi in modo da formarne una sola, così che scaricando mediante i due capi liberi di queste la boccia, la scarica le invadesse successivamente entrambe. E fattone l' esperimento, si ottennero induzioni più forti che quelle ottenute con tre eliche a parità di scarica. Così aggiunte ancora altre due eliche, e fatta scorrere l' elettricità per la seconda, la quarta e la sesta, l' induzione eccitata nelle altre quattro unite in modo da formarne una sola congiunta collo stromento, le deviazioni ottenute indicavano che la corrente indotta era ancor più forte.

Veduto come coll' accrescere il numero delle eliche attorno ad un ferro o fascio di fili di ferro aumentasi la forza delle induzioni leido-magneto-elettriche, e come poco o nulla importasse che il ferro, mediante la scarica, spiegasse una più o men forte polarità magnetica, ho pensato di avvalorarle ancor più, mediante l' apparecchio che son per descrivere.

Una matassa di filo sottile di ferro, circolare, del diametro esterno di centimetri 13,3, e l' interno di 12,7, e nella quale il filo era ripiegato sopra se stesso 240 volte, e pesava grammi 55, la ho fatta circondare di undici eliche, ciascuna delle quali era avvolta ad un tubetto di cartone con dieci giri, e tutte nel medesimo senso. Queste coprivano all' intorno tutta la matassa, lasciando fra una qualunque di esse e le vicine un intervallo di qualche millimetro. La prima, la terza e tutte le altre in posto dispari erano unite in modo che potevasi far circolare successivamente in tutte quante la scarica della boccia di Leida. Allo stesso modo erano unite fra loro quelle dei

posti pari. Il capo libero della seconda fu congiunto con un capo dell'elica del re-elettrometro, ed il capo libero della decima coll'altro. Il capo libero poi della prima ponevasi in comunicazione con un'armatura della boccia di Leida, e il capo libero dell'undecima coll'altra ogni qual volta volevasi sperimentare l'induzione leido-magneto-elettrica con siffatto apparecchio.

Adoperando la solita boccia di capacità 5 e carica soltanto alla tensione di un grado si eccitò mediante il detto congegno una corrente indicata dalla deviazione re-elettrometrica 11°.

Caricata la boccia a due gradi la eccitò indicata da 26°.

E colla tensione di tre gradi la deviazione fu 60°.

XV. Volli poi vedere se la corrente leido-magneto-elettrica venisse rinforzata quando la scarica dalla quale è prodotta, circola attorno ad un'altra elica contenente ferro.

Mi valse a tal uopo dell'apparecchio di tre eliche, con cui vennero istituite le esperienze notate al §. X, ed aggiunti all'elica di mezzo un'altra elica lunga un decimetro e del diametro di sedici millimetri. E, scaricata su queste eliche la boccia solita carica a 13 gradi di tensione, la corrente leido-magneto-elettrica ottenuta produsse la deviazione 18°.

Ma replicata l'esperienza dopo di aver messo nell'elica aggiunta un fascio di 500 fili sottili di ferro ricotto, la corrente indotta fu più forte; essa fece deviar l'ago dello stromento di 26 gradi.

XVI. E se la corrente leido-magneto-elettrica stessa circolasse in un'altra elica contenente ferro, sarebbe essa rinforzata? L'esperienza che son per descrivere dimostrò che in tal caso, non un rinforzo, ma un indebolimento ha luogo nella induzione leido-magneto-elettrica.

Tolta l'elica aggiunta a quella di mezzo nell'esperienza del paragrafo precedente, ed aggiunta alle due fra loro unite, e nelle quali nasce l'induzione leido-magneto-elettrica, scaricai la suddetta boccia con 15 gradi di tensione sull'elica di mezzo, e l'induzione ottenuta devì l'ago di 25°.

E dopo di aver messo nell' elica aggiunta il fascio di 500 fili di ferro, replicata la scarica, la deviazione ottenuta dalla corrente indotta fu solo di 16°.

Distrutta la magnetizzazione nel ferro dello stromento, indi replicata la scarica, si ebbe la deviazione 16°.30'.

Tolto il ferro dall' elica aggiunta, e poi rinnovata una scarica eguale alle due precedenti, la deviazione fu 25°.

Un' esperienza simile alla sovradescritta la ho istituita mediante l' apparecchio a matassa descritto al §. XIV. Ho aggiunta cioè un' elica lunga circa un decimetro al filo che parte dalla unione di cinque eliche per le quali passa la corrente indotta dalla magnetizzazione operata nel fascio di fili di ferro quando nelle altre sei eliche insieme unite si scarica la boccia. Ciò fatto scaricai la boccia colla tensione di dieci gradi sulle dette sei eliche, e l' induzione eccitata nelle altre era indicata da 180°, quando non era ferro nella detta elica aggiunta; e solo da 51° quando in essa era un fascio di 123 fili di ferro dolce.

Nelle sperienze descritte in questo paragrafo l' elica aggiunta a quella per la quale scorreva l' indotta era destra. Non dissimili dai sovraccennati furono i risultamenti delle sperienze istituite quando l' elica aggiunta era sinistra.

L' induzione leido-magneto-elettrica adunque viene indebolita quando essa è fatta circolare per un' elica entro la quale sia del ferro (1).

XVII. Tornerà opportuno in altra Memoria il far conoscere le circostanze influenti a rendere più o meno sensibile il sovraccennato indebolimento, e il dare maggiore estensione ad alcune precedenti proposizioni. Chiudo ora la prima parte di

(1) Anche quando si fa uso di due sole eliche, come nelle sperienze de' §§. V, VI, VII e VIII, se si aggiunge un' elica a quella per cui passa la scarica, e vi è del ferro in essa, l' induzione leido-magneto-elettrica è più forte. Ma se l' elica aggiunta si unisce a quella per cui passa la corrente indotta, questa è più debole quando nella detta elica aggiunta vi è del ferro.

Noterò pure che s' uco l' induzione leido-elettrica viene indebolita dal ferro che si trovi in un' elica, per la quale essa trascorre nel recarsi al re-elettrometro.

questa notando che può aversi anco un' induzione leido-magneto-elettrica di secondo ordine, cioè che può aversi una corrente elettrica eccitata dal ferro nell'atto che viene magnetizzato, non dalla scarica elettrica circolante attorno ad esso, ma dalla stessa corrente di induzione leido-magneto-elettrica, che vi gira attorno.

Ho messo tre delle solite eliche corte attorno ad un fascio di dugento fili sottili di ferro crudo. Le due laterali congiunte in modo da formarne una furono destinate a ricevere la scarica. Quella di mezzo destinata a ricevere la corrente indotta dalla magnetizzazione del ferro suddetto, fu messa coi suoi capi in comunicazione coi capi esteriori di altre due eliche, entro le quali stava un altro fascio di aco fili di ferro crudo, ed erano fra loro congiunte, e fra l'una e l'altra era un' elica destinata a ricevere la corrente leido-magneto-elettrica di secondo ordine, e questa comunicava col re-elettrometro.

Così disposte le cose, la boccia solita carica alla tensione di 15 gradi, scaricata nelle eliche a ciò destinate produsse una corrente di induzione leido-magneto-elettrica di secondo ordine, la quale venne mostrata dallo stromento colla deviazione di tre gradi.

Ripetuta l'esperienza colla boccia carica a venti gradi, la induzione di secondo ordine fu indicata da una deviazione di quattro gradi, e talvolta da una di cinque.

Siffatte sperienze replicate più volte, e magnetizzando ora in un senso, ed ora in senso opposto, e variando ferri, e boccia di Leida, e carica, non lasciano dubbio che possano aversi correnti elettriche per induzione leido-magneto-elettrica di secondo ordine.

PARTE SECONDA

IL RINFORZO NELL' AZIONE MAGNETIZZANTE DEL FERRO, CHE SI OSSERVA QUANDO LA SCARICA ELETTRICA CIRCOLA ATTORNO AD ALTRO FERRO, SEMBRA NASCERE PRINCIPALMENTE DALLA CORRENTE LEIDO-MAGNETO-ELETTRICA INDOTTA DAL FERRO, NELL' ATTO CHE SI MAGNETIZZA, NELL' ELICA CHE LO CIRCONDA.

XVIII. A dimostrare la qui enunciata proposizione basterà il far vedere che le circostanze nelle quali ha luogo il rinforzo dell' azione magnetizzante prodotto dal ferro attorno al quale circola l' elettricità, ha luogo altresì la induzione leido-magneto-elettrica; e che le circostanze che giovano a quel rinforzo, giovano pure a rendere più vigorosa siffatta induzione.

Già nella prima parte abbiamo veduto che l' induzione di cui si tratta ha luogo con iscariche eccitate da bocce leidensi di poca e di molta capacità, e caricate a forte ed a debole tensione: e sappiamo che il rinforzo nell' azione magnetizzante di cui si tratta ha pur luogo qualunque sia, entro i limiti delle nostre esperienze, la carica e la capacità della boccia.

Il rinforzo nell' azione magnetizzante ha pur luogo qualunque sia il ferro che si pone nell' elica aggiunta. Ed anco l' induzione leido-magneto-elettrica non richiede qualità speciali nel ferro che si pone nelle eliche.

Un cilindro lungo centimetri 8,5 e pesante grammi 13,6, messo nelle tre eliche descritte al §. XI, e scaricata su quella di mezzo la boccia solita colla tensione di quindici gradi, la corrente indotta nelle altre due fu tale che deviò il re-elettrometro di gradi 3°.

Fatta una eguale esperienza con un altro cilindro di ferro pesante grammi 7,5, l' induzione ottenuta deviò lo stromento di gradi 2°.

E con un cilindro pesante grammi 69,5 si ottennero gradi 9°.
Con un tubo di ferro pesante grammi 5 si ebbe 3°. 30'.

Messi nelle tre spire in vece di cilindri di ferro due fili d'acciajo temprato, in peso grammi 4,6, la deviazione fu 2°.

Sette lamine di ferro lustre lunghe centimetri 8,6, pesanti tra tutte grammi 37, produssero nelle suddette circostanze una induzione leido-magneto-elettrica, la quale devìo lo stromento di gradi 17°.

XIX. Anche quando nell'elica aggiunta si pone ferro il quale poco o nulla si alteri nello stato magnetico per la scarica elettrica, o si alteri al contrario del solito, il rinforzo nella azione magnetizzante non manca. Così non manca l'induzione leido-magneto-elettrica quando il ferro che si adopera per eccitarla è preparato o in guisa da non alterarsi per la corrente che vi si fa girare attorno, o in guisa che si alteri al contrario di quel che suole.

1°. Il tubo portante le tre suddette eliche lo posi sopra un ago da bussola a guisa d'un'elica di re-elettrometro, e dentro di essa posi un fascio di dugento fili sottili di ferro dolce e ricotto. Scaricai ripetutamente la boccia colle tensioni 15, 18 e 20 gradi sull'elica di mezzo, e sempre nel medesimo senso, finchè l'ago sottoposto non dava più segno che avvenisse alcun aumento nella forza magnetica del fascio suddetto. Ed allora misi in comunicazione coll'elica del re-elettrometro le altre due eliche circondanti il ferro, e scaricai di nuovo la boccia colla tensione di 18 gradi sull'elica di mezzo: ed il risultato fu che l'ago del re-elettrometro devìo di sei gradi; mentre l'ago sottoposto alle tre eliche non diede indizio che il fascio in esse contenuto si fosse alterato nel magnetismo.

2°. Ho tolto il ferro dall'elica dello stromento. Indi scaricai la boccia con dieci gradi di tensione sulla solita elica di mezzo, ed osservai, che l'ago sottoposto al fascio che veniva magnetizzato da quella scarica, dai gradi 49 di deviazione, a cui era stato portato antecedentemente, passò a segnare 50°.30'. Allora ho rimesso nell'elica dello stromento il fascio di fili di ferro, e privo di magnetismo, indi scaricata la boccia colla tensione di 15 gradi, l'ago sottoposto al fascio inducente, da gradi

50°. 30' dov'era, ritornò a 49°, e l'ago del re-elettrometro deviò di gradi 9°.

3°. Di nuovo tolsi il fascio di fil di ferro dal re-elettrometro, e, scaricata la boccia colla tensione di dieci gradi sulla detta elica, l'ago sottoposto al fascio inducente si portò da 49 a 52 gradi. E rimesso il fascio spogliato di magnetismo nell'elica dello stromento, e poi scaricata sulla solita elica di mezzo, e nella consueta direzione, la boccia carica alla tensione di ventisette gradi, avvenne che il ferro, attorno a cui era stata scaricata la boccia, si smagnetizzò anche più che non fece nelle sperienze precedenti, poichè l'ago sottoposto ad esso dal grado 52° si portò al 46°, e quello del re-elettrometro deviò dalla solita parte, e di gradi 13°.

Dunque anche quando il ferro è preparato in modo che per una data scarica, o non si alteri sensibilmente nello stato magnetico, come nella prima delle descritte esperienze, o si alteri in senso contrario al consueto, come avvenne nelle altre due, l'induzione leido-magneto-elettrica ha luogo, e sempre nel medesimo senso (1).

XX. Il rinforzo nell'azione magnetizzante della scarica è più notevole se il ferro messo nell'elica aggiunta è di maggior massa; e tale aumento è più cospicuo se si adoprano fasci di fili. Egualmente comportasi l'induzione di cui parliamo: essa è più notevole se è prodotta da maggiore massa di ferro.

Nelle solite tre eliche ho messo un fascio di ottanta fili sottili di ferro, e la boccia con dieci gradi di tensione diede un'induzione leido-magneto-elettrica che deviò lo stromento di gradi 9°.

Aggiunsi al detto fascio altri 170 fili della stessa qualità, la deviazione fu, nelle stesse circostanze, di gradi 14°.

Ed aggiunti altri 80 fili la deviazione fu 22°. 30'.

(1) Bene inteso che quando l'alterazione in senso contrario nello stato magnetico del ferro avviene perchè la scarica è diretta all'opposto, anco l'induzione leido-magneto-elettrica riesce contraria.

Caricata la boccia a 16 gradi, cogli 80 fili si ebbe la deviazione	19°.
Con 250	26°.
Con 330	40°.

XXI. Se i fasci di ferro messi nell'elica aggiunta sono sempre d'egual lunghezza e peso, abbiamo veduto esservi più rinforzo nell'azione magnetizzante quando era più grande il numero de' fili formanti quella massa. E così pure si osserva che un fascio di fili di ferro produce un'induzione leido-magneto-elettrica più forte quando è più grande il numero de' fili formanti il fascio di quel dato peso. Ecco un esperimento.

Un cilindro lungo otto centimetri, e pesante 28 grammi, messo nelle tre eliche corte delle precedenti esperienze, scaricata la boccia suddetta colla tensione di quindici gradi si ebbe un'induzione, che devìo lo stromento di 5°.

Un fascio di quattro cilindri, pesanti tra tutti grammi 28 come il suddetto, boccia e tensione come sopra, la deviazione fu 8°.

Un fascio di 22 fili lunghi come i precedenti e del peso complessivo di grammi 28, nelle dette circostanze la deviazione fu 17°.30'.

E con un fascio di 29 fili, nelle stesse circostanze produsse la deviazione di 24°.

XXII. Il rinforzo recato all'azione magnetizzante della scarica elettrica dal ferro messo nell'elica aggiunta è più notevole quando l'elica stessa è più ristretta, che non quando è più larga. Così anco l'induzione di cui parliamo è più forte se l'elica è più ristretta. Lo vidi con parecchie esperienze istituite con tre eliche solite, e confrontandone poi gli effetti con quelli prodotti da altre tre di minor luce.

XXIII. Avendo obbligata la scarica elettrica ad attraversare uno strato d'acqua che avvalorava la magnetizzazione, rimase avvalorata anche l'induzione leido-magneto-elettrica.

Coll'apparecchio delle tre eliche corte, la boccia carica alla tensione di quindici gradi, se la scarica non traversava uno

strato d'acqua rinforzante la magnetizzazione, generava una corrente di induzione leido-magneto-elettrica, la quale deviava il re-elettrometro di nove gradi; e quando la scarica stessa traversava un prisma d'acqua leggermente salata di tre centimetri quadrati di base e quattro di altezza, l'induzione leido-magneto-elettrica produsse una deviazione di quattordici gradi (1).

E risultati simili si ottennero caricando la boccia a dieci gradi e non a quindici, e ponendo nelle eliche invece di un fascio di 200 fili sottili di ferro, un fascio di parallelepipedi di ferro dolce e crudo lungo centimetri 8,6, e pesanti tra tutti grammi 37.

Sappiamo pure che il ferro messo nell'elica aggiunta avvalorava l'azione magnetizzante anche quando la scarica traversa uno strato d'acqua; abbiamo perciò anche in questo fatto una nuova analogia.

XXIV. Si sa che il ferro con magnetismo dissimulato rinforza, e presso a poco allo stesso grado che quello senza magnetismo, l'azione magnetizzante della scarica: e ciò tanto quando la scarica stessa tende a magnetizzare quel ferro nel senso in cui è più suscettibile, come quando tende a magnetizzarlo nel senso in cui lo è meno (2). Anco rispetto all'induzione in discorso sembra comportarsi allo stesso modo il ferro dotato di magnetismo dissimulato.

Un tubo di ferro del diametro di millimetri dodici, lungo sei centimetri, e pesante grammi 9,5, messo, senza magnetismo dissimulato, nelle tre eliche, e scaricata su quella di mezzo la boccia colla tensione di dieci gradi, la deviazione prodotta nello stromento dalla magnetizzazione conseguita dal tubo fu di 27°. E la deviazione prodotta dalla induzione fu di 9°.

(1) Se il prisma d'acqua è fatto traversare dalla induzione leido-magneto-elettrica nelle circostanze dell'esperienza descritta, essa induzione non è nè maggiore, nè minore di quando non l'attraversa.

(2) Veggasi il §. XVII della citata Memoria VIII.

Magnetizzato quindi il detto tubo in modo che il magnetismo fosse dissimulato, indi rimesso nelle tre eliche, e scaricata la boccia (carica come sopra) in modo da polarizzare il detto tubo nel senso che ha minore suscettibilità, esso tubo deviò l'ago di 17° , e l'induzione prodotta venne indicata da una deviazione di 5° .

Replicata quest'ultima esperienza, ma dirigendo la scarica in modo da polarizzare il detto tubo nel senso nel quale aveva maggiore suscettibilità, esso tubo deviò l'ago di 35° , e l'induzione venne indicata da una deviazione di $4^{\circ} 30'$.

XXV. Al paragrafo XIX della citata Memoria ottava feci osservare che anche il ferro collocato esteriormente all'elica aggiunta avvalorò l'azione magnetizzante dell'elica che l'invasa. Ora introdotte nel tubo di ferro che servì a quell'esperienza due eliche, una per parte, lunghe la metà del tubo stesso, e messi i capi di una in comunicazione coll'elica di un magnetometro, e scaricata sull'altra la boccia carica a dodici gradi, si ottenne una corrente leido-magneto-elettrica indicata da una deviazione di circa quattro gradi.

XXVI. Dopo aver vedute tante analogie fra l'induzione leido-magneto-elettrica, e il rinforzo nell'azione magnetizzante della corrente leido-elettrica prodotto dal ferro attorno a cui si fa circolare la corrente stessa, io conchiudo essere al tutto probabile che quel rinforzo nasca appunto da una corrente che il ferro nell'atto che si magnetizza fa nascere nell'elica che lo circonda.

E se non riguardo come dimostrata questa proposizione, egli è perchè mi avvenne di osservare che talvolta il ferro messo nell'elica aggiunta, indebolisce invece di rinforzare l'azione magnetizzante della corrente leido-elettrica.

Nell'elica d'un magnetometro era un fascio di 123 fili di ferro crudi lunghi otto centimetri, e pesanti fra tutti ventisette grammi. A quest'elica erane aggiunta un'altra poco differente da essa. Pertanto colla scarica della solita boccia colla

tensione di dieci gradi, se non vi era ferro nell'elica aggiunta, la deviazione magnetometrica era di 34°.

Ma se nella detta elica aggiunta era un fascio di ottanta fili di ferro sottili e ricotti, la magnetizzazione che acquistava mediante la suddetta scarica quel fascio di centoventitrè fili di ferro, era meno forte; essa veniva indicata da una deviazione di 25°.

Ho trovato anche un fascio di fili sottili e crudi, i quali messi nell'elica aggiunta indebolivano l'effetto della scarica sul fascio de' 123 fili suddetto, e questo reciprocamente indeboliva la magnetizzazione dell'altro fascio.

È per altro da notarsi che l'uno e l'altro de' detti fasci di fili crudi aveva servito a molte sperienze: e forse quella disposizione di riuscire magnetizzati più debolmente nella circostanza in cui gli altri ferri si magnetizzano con più forza, proviene da un particolare stato magnetico conseguito per le molte magnetizzazioni alle quali erano stati assoggettati. Se mi verrà fatto di conoscere con esattezza le circostanze che danno origine a siffatta anomalia, tornerò su questo argomento.

Le proposizioni principali di questa Memoria sono:

1°. Il ferro nell'atto che viene magnetizzato da una scarica elettrica eccita in un'elica metallica chiusa che lo circonda un'altra corrente cospirante con quella prodotta nell'elica stessa dalla scarica elettrica che vi si fa girare attorno. Essa può chiamarsi *corrente di induzione leido-magneto-elettrica*.

2°. Se due eliche vicine avvolgono un fascio, ed una di esse è chiusa, magnetizzando il ferro collo scaricare la boccia sulla altr'elica, esso ferro induce nella prima una corrente. Ne questa può suppersi prodotta da induzione leido-elettrica rinforzata dal ferro contenuto nella spira, perchè talvolta è diretta al contrario di quella.

3°. Più le due eliche sono vicine, e più la corrente di induzione leido-magneto-elettrica è forte.

4°. Siffatta corrente è diretta nel medesimo senso e quando l'elica che la riceve ricopre la parte del ferro che acquista

la polarità boreale, e quando ricopre la parte che acquista l'australe, purchè la scarica sia sempre diretta nello stesso verso.

5°. L'induzione che produce il ferro nell'atto che viene magnetizzato è più forte nel tratto medio che non negli altri: e tale differenza è poco sensibile quando il ferro circondato dalle due eliche è molto più lungo di esse.

6°. Gli effetti di due o più correnti leido-magneto-elettriche si possono accumulare dirigendole nello stesso filo metallico.

7°. Se un ferro è ricoperto da tre eliche, e si scarica la boccia su quella di mezzo, in ciascuna delle laterali, se sono chiuse, nasce l'induzione leido-magneto-elettrica; e l'una non altera menomamente l'altra; e se queste due eliche sono unite in modo da formarne una sola, l'effetto è maggiore. In questo caso qualunque sia il tratto del ferro ricoperto dalle tre eliche, l'effetto è sempre lo stesso, purchè non varino le distanze a cui si trovano fra di loro:

8°. Una data scarica può produrre induzioni leido-magneto-elettriche molto più cospicue circondando un lungo fascio, o una matassa di fili di ferro, con parecchie eliche l'una di seguito all'altra, e unendo la prima, la terza e tutte le altre in posto dispari in modo da formarne una sola congiunta poi con l'elica dello stromento, e così formandone di tutte quelle in posto pari una sola, sulla quale poi scaricasi la boccia di Leida.

9°. Se la scarica è rinforzata perchè fatta circolare in un'elica contenente ferro, la corrente leido-magneto-elettrica riesce pure avvalorata. Ma se per contrario si fa circolare la corrente suddetta di induzione, oltre che nell'elica del magnetometro, anche in un'altra contenente ferro, l'induzione leido-magneto-elettrica è più debole.

10°. Se la corrente leido-magneto-elettrica eccitata dalla scarica d'una boccia si fa circolare in un'elica circondante un fascio di fili di ferro, e attorno al fascio stesso siavi un'altra elica comunicante col magnetometro, si ottiene una corrente leido-magneto-elettrica di secondo ordine.

11°. Il rinforzo nell'azione magnetizzante della scarica elettrica prodotto dal ferro, attorno al quale si fa circolare la scarica stessa, sembra nascere principalmente dalla corrente leido-magneto-elettrica, la quale dal ferro stesso, nell'atto che si magnetizza, viene eccitata nell'elica che la circonda. E ciò perchè tutte le circostanze, nelle quali ha luogo quel rinforzo ha pur luogo l'induzione leido-magneto-elettrica; e tutte quelle circostanze, dalle quali viene quel rinforzo avvalorato, giovano a dar più vigore alla induzione leido-magneto-elettrica medesima (1).



(1) Un cenno circa il fenomeno che forma il principale argomento di questa Memoria venne pubblicato nella *Gazzetta Piemontese* del 3 Aprile 1847.