

SULL' AZIONE MAGNETIZZANTE
DELLE CORRENTI ELETTRICHE MOMENTANEE

MEMORIA VIII.

DELL' INFLUENZA DEL FERRO, ATTORNO A CUI CIRCOLA UNA SCARICA
ELETTRICA, NELLA MAGNETIZZAZIONE DI ALTRO FERRO, ATTORNO AL
QUALE CIRCOLA PURE LA SCARICA MEDESIMA.

DEL CAV. PROF. STEFANO MARIANINI.

Ricevuta il 4 Settembre 1846.

I. Il celebre Faraday ha scoperto che la corrente voltaica viene rinforzata dalla magnetizzazione del ferro che essa opera circolando attorno ad esso. La corrente della boccia di Leida riceverà essa pure un rinforzo dal ferro ch' essa magnetizza quando vi circola attorno? Le tante analogie già note fra la corrente voltaica e la Leido-elettrica offrono un valido argomento per rispondere affermativamente. Tuttavia io mi adoperai invano fin' ora a scoprire questo rinforzo per la vivacità o qualità delle scintille osservate nella scarica elettrica e quando essa magnetizza del ferro e quando non ne magnetizza. Vani mi riuscirono anche i tentativi per iscoprire differenza nelle contrazioni muscolari, come inutili furono quelli sulle combustioni e fusioni operate dalla boccia leidense. Il re-elettrometro, lo strumento cioè che indica la presenza delle correnti elettriche e la loro forza relativa mediante le alterazioni che esse producono nello stato magnetico del ferro, mi diede prove irrefragabili del rinforzo che trae la scarica elettrica dal ferro ch' essa magnetizza. E siccome solamente da questo istromento io trassi fin' ora gli argomenti del detto rinforzo; così mi limito a considerare in questa Memoria l' influenza che sull' azione

magnetizzante della scarica elettrica esercita il ferro da essa stessa magnetizzato.

Il vedere questo fenomeno è cosa di tutta facilità. Scariata sull' elica d' un re-elettrometro la boccia di Leida, e notata la deviazione dell' ago calamitato prodotta dalla forza magnetica acquistata dal ferro esistente nell' elica stessa, si avvolga una delle appendici di questa attorno ad un tubo di vetro in guisa da formare un' altr' elica, e, dopo d' aver introdotto un ferro nel detto tubo, si scarichi di nuovo la boccia carica alla tensione di prima, ponendo l' armatura esterna in comunicazione coll' appendice libera dell' elica dello stromento, e l' interna coll' appendice liberà dell' altr' elica; e la deviazione dell' ago magnetico sarà più grande che quella ottenuta nel primo esperimento.

Per esempio, colla scarica d' una boccia di mediocre capacità, ed essendo nell' elica un fascio di 400 fili sottili di ferro dolce e ricotto, ottenni la deviazione di 4°. Distrutto poi il magnetismo nel detto fascio, e rimesso nell' elica dello stromento, indi collocato un altro simile fascio nell' elica aggiunta, e poscia ripetuta la scarica precedente, la magnetizzazione conseguita dal ferro fu tale che l' ago stava deviato di 12°.

Veduto questo fenomeno, mi accinsi tosto a studiare l' influenza che hanno su di esso le qualità della scarica e dell' elica circondante il ferro; e del ferro stesso impiegato a rinforzare l' azione magnetizzante. E passai poscia a considerare le relazioni tra il detto rinforzo e le alterazioni che avvengono nello stato magnetico del ferro impiegato a produrlo.

PARTE PRIMA.

Esperienze istituite variando le circostanze della scarica, delle eliche, e dei ferri impiegati a rinforzare l'azione magnetizzante della boccia di Leida.

II. Nelle sperienze, che ora sono per descrivere, l'elica dello stromento (1) e l'elica aggiunta sono tra loro eguali e formate entrambe di un tubo di vetro del diametro esterno di due centimetri, lungo un decimetro e circondato da un filo di rame della grossezza di circa quindici centesimi di millimetro, coperto di seta, che vi gira attorno a forma di spirale o elica in tutta la sua lunghezza, e il numero de' giri è quaranta. Nell'elica che riposa sullo stromento si pone il ferro dalla cui magnetizzazione si vuole dedurre l'azione magnetizzante della scarica adoperata. Incomincio dal descrivere una serie di esperienze fatte con bocce di differente capacità e caricate tutte alla medesima tensione.

1.^a Ho messo nell'elica dello stromento un fascio di 200 fili di ferro ricotti, lunghi otto centimetri e mezzo, e pesanti tra tutti otto grammi; e nell'elica aggiunta non ho messo alcun ferro. Caricai alla tensione di sei gradi dell'elettrometro a doppio quadrante una boccia di Leida, ciascun'armatura della quale è di un decimetro quadrato, e la grossezza del vetro un millimetro: e feci passare la scarica di detta boccia pel filo formante le due eliche; e l'ago del magnetometro in forza del magnetismo acquistato dal ferro ch'era nella sua elica deviò di gradi 13.^o

Distrutto quindi il magnetismo nel detto fascio, indi rimesso nell'elica dello stromento, e collocato un egual fascio

(1) Tale stromento s'appella *re-elettrometro* quando è adoperato per conoscere la qualità o la forza delle correnti elettriche, e *magnetometro* quando dalle sue indicazioni si desume la polarità, o la forza magnetica acquistata dal ferro sul quale opera la corrente elettrica.

di fil di ferro nell'elica aggiunta, ho replicata la scarica della detta bottiglia pur colla tensione di sei gradi, e la deviazione dell'ago fu di 15.°

2.ª Ritenuta al solito come unità di capacità quella della boccia adoperata nella precedente esperienza, ne istituii una eguale con una boccia, la capacità della quale è espressa dal numero 2. E la magnetizzazione conseguita quando non v'era ferro nell'elica aggiunta venne indicata dalla deviazione 10.°

E col solito fascio nell'elica aggiunta, la deviazione fu 12.° 30'.

3.ª La boccia di capacità 2, 4, colla solita tensione di sei gradi, senza il ferro nell'elica aggiunta produsse la deviazione di 12.°

E col fascio di fili di ferro nella detta elica la produsse di 15.°

4.ª La boccia di capacità 5 senza ferro nell'elica aggiunta fece deviare di 15.°

E col ferro solito in detta elica, 22.°

5.ª Una boccia di capacità 9, senza il ferro nell'elica aggiunta deviò l'ago di 17.°

E col ferro solito nell'aggiunta 37.° 30'.

6.ª Finalmente una giara di Leida di capacità 25, nel primo caso l'effetto da essa prodotto fu la deviazione 8.°

E nel secondo fu 24.°

III. Adoperando sempre la boccia di capacità 5 caricata a differenti tensioni ottenni li risultamenti che leggonsi compendiatamente nella seguente tabella:

Numeri indicanti le tensioni della boccia di Leida di capacità 5.	Numeri esprimenti le deviazioni prodotte da un fascio di 400 fili di ferro dolce e ricotto lunghi centimetri 8, 5, e pesanti tra tutti grammi 16, 3.	
	Senza ferro nell'elica aggiunta.	Con un egual fascio di fili di ferro nell'elica aggiunta.
1.	10.°	12.° 30'
2.	4.	10.
3.	4.	11.
6.	3.	17.
12.	3. 15.	15.
18.	7.	20. 30.

IV. Anche quando la quantità di fluido elettrico scaricata è costante, ma varia la capacità della bocca, e per conseguenza anche la tensione, il rinforzo ha sempre luogo; come si scorge dalle sperienze registrate in compendio nella tabella che segue. Le altre circostanze sono come quelle delle sperienze già descritte.

CAPACITÀ	TENSIONE	DEVIAZIONE DEL MAGNETOMETRO	
		Quando non v'è il fascio di fili di ferro nell'elica aggiunta.	Quando v'è nell'elica aggiunta il detto fascio.
c. 5.	40.	11.°	17.°
1.	20.	7.	16. 15'.
2.	10.	8. 15'.	12.
5.	4.	5. 30.	8. 15.
9.	2. 2.	5. 40.	7. 15.
25.	0. 8.	4. 30.	7.
100.	0. 2.	3. 30.	4. 45.

V. Nella precedente Memoria si è notato che uno strato d'acqua di mediocre conducibilità assoluta messo nel circuito della scarica elettrica avvalorava l'azione magnetizzante della scarica stessa. Volli pertanto osservare se, obbligando la scarica, oltre che ad attraversare lo strato d'acqua, anche a circolare attorno a del ferro, si avesse un maggiore rinforzo. Ed ecco ciò che l'esperienza mi ha dimostrato.

Messo un fascio di 175 fili sottili di ferro crudo nel magnetometro, ed obbligata la scarica della bocca di capacità 5, e carica alla tensione di 6 gradi, a traversare un prisma d'acqua ben salata lungo un centimetro e avente per base sei centimetri quadrati, non essendo alcun ferro nell'elica aggiunta, la deviazione fu 22.°

Tolto dal circuito il detto strato d'acqua, e ripetuta la scarica, la deviazione fu pure 22.°

Rimesso nel circuito lo strato d'acqua, e posto nell'elica aggiunta un fascio di 560 ferri sottili e ricotti, la deviazione fu 44.° 45'.

E questi risultati dimostrano che quando lo strato liquido è abbastanza conduttore da non portare alcun sensibile rinforzo nell'azione magnetizzante della scarica, allora il ferro messo nell'elica aggiunta rinforza l'azione medesima.

Quando per altro la conducibilità del liquido è tale che rinforza esso stesso l'azione magnetizzante della scarica, allora è tanto meno sensibile il rinforzo prodotto dal ferro messo nell'elica aggiunta, quanto più grande è il rinforzo prodotto dall'acqua: talmente che quando il liquido per la sua poca conducibilità porta il massimo o quasi massimo effetto, allora non è più percettibile il rinforzo recato dal ferro introdotto nell'elica aggiunta.

Avendo obbligata la solita scarica a traversare un prisma d'acqua di pozzo di due centimetri quadrati di base, e sei centimetri di lunghezza, essa in sei volte magnetizzò il fascio di 175 ferri crudi al segno, che questo teneva deviato l'ago di 77.°

E scaricata la boccia per la settima volta, non produsse che un'oscillazione appena percettibile.

E introdotto poscia il fascio di 560 fili ricotti nell'elica aggiunta, la scarica suddetta produsse pure soltanto una vivissima oscillazione di maniera che l'ago magnetometrico rimase sensibilmente dov'era, cioè a 77.°

VI. Fin qui l'elica aggiunta era destra come quella del magnetometro, onde magnetizzava il ferro nel medesimo senso di questa. L'esperienze istituite con un'elica sinistra dimostrano aver luogo a circostanze pari un eguale rinforzo nell'azione magnetizzante pel ferro in essa collocato.

Così se l'elica aggiunta era più corta del ferro introdotto in essa, il rinforzo dell'azione magnetizzante della scarica aveva pur luogo. E poco notabili furono le differenze osservate quando l'elica corta aggiunta, invece di ricoprire la parte di mezzo del ferro introdotto in essa, ricopriva un'altra parte.

Le esperienze istituite con eliche di vario diametro mi dimostrarono che quando l'elica aggiunta è più ristretta, il rinforzo che avviene nella magnetizzazione è maggiore. Per esempio, quando l'elica aggiunta era del diametro di due centimetri, come quella dello strumento, messo nell'una e nell'altra un fascio di cento fili sottili di ferro, mediante la scarica della boccia di capacità 5 carica alla tensione di sei gradi, ebbi la deviazione di $16^{\circ} 30'$. E sostituita alla detta elica aggiunta, un'altra del diametro di 16 millimetri, la deviazione fu 18° .

Che se l'elica aggiunta è molto grande, come sarebbe di quattro o più centimetri di diametro, allora, adoperando i fasci di ferro che usai nelle altre, non ottenni indizj di rinforzo. E adoperando grossi fasci di fili di ferro, capitarono de' risultati, i quali sembrami che meritino uno studio a parte (1).

VII. Se le eliche aggiunte sono due, e disposte in modo che la scarica elettrica debba percorrerle successivamente, ed entrambe contengano del ferro, il rinforzo dell'azione magnetizzante della scarica stessa è più grande che non quando l'elica aggiunta è una sola.

Ad un'appendice dell'elica dello stromento attaccai un'altra elica eguale ad essa, e nell'appendice libera di questa un'altra eguale ne attaccai. Indi scaricai la boccia con sei gradi di tensione ponendo l'armatura esterna in comunicazione coll'appendice libera dell'elica dello stromento, e l'interna

(1) Ho osservato fra le altre cose:

1.° Che adoperando un'elica di quattro centimetri di diametro, nella quale il filo metallico forma dieci soli giri, e posti nella parte di mezzo, introdotto in essa un fascio di circa tre mila fili sottili di ferro dolce ricotto, questo, colla solita scarica, si magnetizza al contrario de' piccoli fasci.

2.° Che se i detti fili così magnetizzati, si percuotono o inflettono leggermente vivolappasi in essi una polarità più forte e nel senso di prima.

3.° Che proseguendo a provare e riprovare, li ferri si magnetizzano poi quasi sempre al solito.

4.° Che finalmente qualche volta calamitandosi essi al solito, facendogli poi soffrire qualche lieve percossa o flessione, s'invertono i poli.

coll' appendice libera della seconda elica aggiunta; e la deviazione fu $4.^{\circ} 30'$.

Messo un fascio di fili di ferro sottili e ricotti in numero di 400 in una delle dette eliche aggiunte, e ripetuta la scarica, la deviazione fu di $11.^{\circ}$.

E replicata poi la scarica dopo di aver messo un fascio di fili di ferro eguale all'anzidetto anche nella seconda elica aggiunta, la deviazione fu di $15.^{\circ}$.

E poichè l'ampiezza delle eliche lo permetteva, provai a collocare ambi li detti fasci in una sola di esse; ma in questo caso la solita scarica non produsse che la deviazione $12.^{\circ} 30'$.

2.^a Tolle le due eliche aggiunte nell'esperienza precedente, ne posi in loro luogo altre due l'una destra e l'altra sinistra. Scaricai al modo solito la boccia suddetta carica alla tensione di dodici gradi, mentre non v'era ferro in nessuna delle eliche aggiunte; e la deviazione fu di $13.^{\circ}$.

Messo che fu un fascio di 100 fili sottili e ricotti di ferro nell'elica destra aggiunta, e rinnovata la scarica suddetta, la deviazione fu $21.^{\circ}$.

Tolto il fascio dall'elica destra, e messo un altro fascio eguale nella sinistra, la deviazione prodotta da una scarica eguale alle precedenti fu parimente $21.^{\circ}$.

Rinnovata l'esperienza col fascio nell'una e nell'altra, la deviazione fu $26.^{\circ}$.

Collocati ambi li detti fasci nella spirale destra, indi scaricata la boccia come sopra, si ottenne $23.^{\circ}$.

Ed ottenni risultato eguale allorchè feci l'esperienza con ambi li fasci nell'elica sinistra.

Messo di nuovo l'un de' fasci nella destra e l'altro nella sinistra $26.^{\circ}$.

Ripetuta finalmente la scarica dopo aver tolto il fascio di fili da entrambe le eliche aggiunte, ottenni, come da principio, $13.^{\circ}$.

VIII. Avendo aggiunto tre eliche a quella dello stromento, non ebbi indizio di ulteriore vantaggio nell'azione magnetizzante della scarica adoperata nelle sperienze del paragrafo

precedente. Bensì l'ottenni col far uso d'una boccia, la cui capacità è 1,2, carica alla tensione di 25 gradi. Ecco i risultati medii di quattro serie d'esperienze istituite a questo proposito.

Col fascio di fil di ferro in tutte tre le eliche aggiunte, ottenni la deviazione di 27.° 30'.
 Col fascio in due qualunque di esse 25. —
 in una 21. 30.
 in nessuna 14. 30.

Ho provato a disporre due eliche aggiunte in modo che la scarica avesse a percorrerle contemporaneamente dividendosi fra le medesime, o nelle molte sperienze istituite vidi per lo più qualche maggior effetto quando v'era del ferro in entrambe, che non quando ve n'era soltanto in una. Ma il vantaggio era assai tenue.

Ho finalmente osservato con sette sperimenti essere indifferente che l'elica o le eliche aggiunte vengano collocate in luogo tale da essere invase dalla corrente prima che lo sia quella dello stromento, o dopo di essa.

IX. Vengo alle sperienze istituite con ferri di diversa qualità, e comincio da quelle in cui il ferro messo nell'elica aggiunta era eguale a quello dell'elica dello stromento.

Ferro ricotto. 1.° Un cilindro di ferro ricotto lungo otto centimetri e pesante grammi 7, a mentre nell'elica dello stromento, e lasciata vuota l'elica aggiunta, colla scarica consueta ottenni la deviazione di 6.° 20'.

Replicata la scarica dopo aver distrutto il magnetismo nel detto ferro, e messo nell'elica aggiunta un altro ferro eguale al suddetto, la deviazione fu 9.° 30'.

2.° Posto un cilindro di ferro lungo come il precedente, e pesante 26 grammi nello stromento, e niente nell'elica aggiunta, la solita scarica produsse 7.° 30'.

Ma quando v'era un ferro eguale all'anzidetto nell'elica aggiunta, la deviazione fu 9.° 40'.

3.^o La magnetizzazione prodotta dalla solita scarica in un fascio di quattro cilindri di ferro lunghi otto centimetri e mezzo e pesanti tra tutti grammi 8,8, era tale che deviava l'ago dello stromento di $7^{\circ} 15'$.

E quando vi era un fascio eguale anche nell'elica aggiunta, la deviazione era di 13° .

4.^o La solita scarica attorno ad un fascio di 560 fili lunghi otto centimetri, e pesanti tra tutti grammi 17,8 lo magnetizzava al segno che, per risultato medio di sette sperienze deviava l'ago di 7° .

E dopo che fu collocato un fascio eguale nell'elica aggiunta, il medio risultato di sette sperienze fu la deviazione di $18^{\circ} 15'$.

X. *Ferro crudo*. 1.^o Nell'elica del magnetometro ho messo un cilindro lungo centimetri 8,5 pesante 28 grammi, ed ho lasciata vuota l'elica aggiunta; e mediante la solita scarica ottenni la deviazione di 15° .

Messo un egual cilindro nell'elica aggiunta, e ripetuta la detta scarica ottenni $20^{\circ} 45'$.

2.^o In ambe le eliche ho messo un tubo di lastra di ferro del diametro di 16 millimetri, lungo centimetri 8,5 e pesante grammi dieci, e colla solita scarica otteneva $19^{\circ} 30'$.

Ma tolto il tubo dall'elica aggiunta, la scarica non produsse che la deviazione $15^{\circ} 30'$.

3.^o Con un fascio di 175 fili lunghi 8 centimetri e pesanti otto grammi, collocato in ambe le eliche, colla solita corrente ottenni $50^{\circ} 30'$.

Tolto il fascio dall'elica aggiunta, la detta corrente produsse la deviazione 31° .

XI. *Acciajo*. 1.^o Ho messo un cilindro d'acciajo temperato lungo centimetri 9, e pesante 13 grammi nell'elica del magnetometro e niente nell'aggiunta, e la deviazione prodotta dalla consueta scarica fu di gradi 5° .

E messo un egual cilindro nell'aggiunta ebbi 11° .
Eguali furono i risultati quando uno de' cilindri era stemperato, e l'altro no.

2.^a Un fascio di 5 fili lunghi 8 centimetri e mezzo, e pesanti grammi 2,2, messo nell'elica dello stromento, e niente nell'aggiunta, la deviazione fu 12.^o 40'.

E messo un fascio eguale nell'aggiunta ottenni 16.^o 50'.
 XII. Fin qui io poneva sempre nell'elica aggiunta un corpo magnetizzabile eguale a quello posto nell'elica dello stromento. Nelle sperienze che ora passo a descrivere ho proceduto diversamente; e queste vennero istituite per conoscere le circostanze più favorevoli ad ottenere una più forte magnetizzazione da una data scarica elettrica.

1.^a Il fascio di cinque fili d'acciaio della seconda sperienza del §. precedente, spogliato che fu di magnetismo, fu posto nell'elica del magnetometro, e scaricata la solita boccia colla tensione di sei gradi, la deviazione fu 13.^o

E ripetuta la scarica dopo d'aver introdotto nell'elica aggiunta un fascio di 560 fili di ferro dolce e ricotto lunghi centimetri 8 e pesanti tra tutti 16 grammi, la deviazione fu 29.^o 30'.

3.^a Tolto il detto fascio dell'elica aggiunta, e messo in suo luogo un cilindro di ferro lungo centimetri 8,5 pesante 23 grammi, la deviazione fu 16.^o 30'.

3.^a Al cilindro suddetto sostituito un fascio di 400 fili di ferro crudo lunghi centimetri 8,5 pesanti 16 grammi, la deviazione fu 23.^o 10'.

4.^a Messo nel magnetometro il fascio di 560 fili ricotti, e lasciata vuota l'elica aggiunta, la deviazione prodotta dalla solita scarica fu 3.^o 30'.

E quando ebbi introdotto nell'elica aggiunta due lastre rettangolari di ferro lunghe 9 centimetri, e pesanti insieme grammi 13,2 la deviazione fu di 5.^o 30'.

5.^a Il cilindro d'acciaio dell'esperienza 1.^a del §. precedente lo misi nell'elica dello stromento, ed il fascio di 400 fili ricotti nell'elica aggiunta, mediante la solita scarica, l'ago deviò di 12.^o

Tolto il fascio dell'elica aggiunta, un'eguale scarica produsse solo la deviazione 9.^o

6.^a Lo stesso presso a poco si è osservato ripetendo quest'ultima esperienza dopo d'aver sostituito al detto cilindro d'acciajo temperato un altro cilindro ad esso eguale, ma stemprato.

7.^a Nell'elica del magnetometro ho messo un fascio di 175 fili di ferro crudo lunghi centimetri 8,5 pesanti 8 grammi, e nulla misi nell'aggiunta: e la solita scarica produsse, per risultato medio di otto esperienze, la deviazione $21.^{\circ} 40'$.

E quando nell'elica aggiunta v'era un fascio di dieci fili d'acciajo lunghi centimetri 8,5 pesanti tra tutti grammi 4,5, la detta scarica, per risultato medio di altrettante esperienze, diede $29.^{\circ} 10'$.

8.^a Un fascio di 75 fili d'acciajo lunghi centimetri 8, pesanti tra tutti 20 grammi, messo nell'elica dello stromento mediante la solita scarica produsse, per risultato medio di tre sperienze, $35.^{\circ} 40'$.

E dopo d'aver messo il fascio di 560 fili di ferro ricotti nell'elica aggiunta, il risultato medio di tre sperimenti fu $65.^{\circ} 20'$.

XIII. *Ferro con magnetismo dissimulato.* Un fascio di 500 fili di ferro ricotti lunghi centimetri 8,5, pesanti tra tutti grammi 17,8, fu messo nell'elica del magnetometro, e la solita scarica, mentre nessun ferro trovavasi nell'elica aggiunta, produsse la deviazione $4.^{\circ} 45'$.

Veduto ciò, ho messo nell'elica aggiunta un tubo di ferro magnetizzato con entro di esso un altro tubo del pari magnetizzato, e coi poli diretti al contrario, per cui li due tubi riuscivano reciprocamente neutralizzati quanto al magnetismo; e quindi rinnovata la scarica, la deviazione ottenuta fu $10.^{\circ} 30'$.

Esaminati poi li due tubi separatamente li trovai entrambi magnetizzati nel medesimo senso, e presso a poco con egual forza.

Li rimisi poscia di nuovo l'un dentro l'altro e coi poli opposti, e rinnovata la scarica ebbi $11.^{\circ} 40'$.

Rinnovata poi la scarica, tolti che furono li due tubi dall'elica in cui si trovavano, la deviazione ottenuta fu $4.^{\circ} 30'$, come presso a poco fu da principio.

XIV. *Ferro magnetizzato nell' elica dello stromento.* Quando la forza magnetica che possiede il ferro è prossima a quella che può fargli acquistare la scarica elettrica, allora è poco sensibile, e talvolta anche nullo il rinforzo proveniente dal ferro posto nell' elica aggiunta. Quando poi la forza che possiede il ferro è lontana dal detto punto ha luogo benissimo il detto rinforzo. E ciò è facile a vedersi sperimentando sopra fasci di fili di ferro non ricotti.

Che se, operando su ferro magnetizzato, la scarica vien diretta in modo da produrre smagnetizzazione è meno facile osservare l' effetto del ferro posto nell' elica aggiunta. E conviene ripetere più e più volte la scarica, fin che il suo effetto è ridotto ad un piccolo movimento nell' ago del magnetometro: ed allora, posto il ferro nell' elica aggiunta, e rinnovando la scarica stessa, vedesi un movimento alquanto più grande dell' ultimo che si è osservato.

Noi vediamo adunque dalle sperienze descritte che qualunque sia il ferro di cui vuoi osservare la rinforzata magnetizzazione, e qualunque il ferro messo nell' elica aggiunta, mai non manca il fenomeno di cui qui si tratta. Ma per farmi strada a scoprire, se fia possibile, la cagione di tale rinforzo, giudicai opportuno di osservare se, e quale relazione vi fosse fra i cambiamenti che avvengono nello stato magnetico del ferro dell' elica aggiunta, e l' avvaloramento della forza magnetizzante della scarica elettrica.

PARTE SECONDA.

Sperienze dirette a far conoscere la relazione tra il rinforzo dell' azione magnetizzante della scarica elettrica, e le alterazioni che avvengono nello stato magnetico del ferro impiegato a produrlo.

XV. Il ferro collocato nell' elica aggiunta, destinato a rinforzare la magnetizzazione del ferro posto nell' altra elica,

verrà esso pure alterato nel suo stato magnetico dalla scarica elettrica. E v'ha tutto il fondamento di credere che da siffatta alterazione provenga il rinforzo. Importa adunque che passiamo ad esaminare quali relazioni vi sieno fra le alterazioni prodotte dalla scarica elettrica nel ferro dell'elica aggiunta, ed il rinforzo da esso prodotto nell'azione magnetizzante della scarica stessa.

A tale oggetto collocai anche l'elica aggiunta sopra una bussola, e nello stesso modo di quella del magnetometro, e mi accinsi prima di tutto ad indagare se il ferro che si magnetizza più fortemente per una data scarica, sia poi quello che rinforza anche maggiormente l'azione magnetizzante della medesima.

Egli è noto che una data scarica elettrica magnetizza più fortemente una data massa di ferro quando questa, invece di costituire un solo cilindro o prisma, è divisa in più cilindri o prismi o fili d'egual lunghezza; e che se in maggior numero sono i prismi che la formano, più forte ancora è la magnetizzazione (1). Volli pertanto vedere se, al crescere in questa guisa l'attitudine di magnetizzarsi d'una data massa, crescesse altresì l'attitudine di rinforzar l'azione magnetizzante della scarica elettrica.

Compendierò nella tabella qui contro registrata una delle serie d'esperienze istituite a quest'oggetto. In essa volli anco tener conto dei rinforzi conseguiti dai diversi fasci di fili di ferro adoperati, e ciò per vedere se, coll'attitudine di magnetizzarsi più fortemente al crescere del numero de' fili ond'è formata una data massa di ferro, crescesse ancora l'attitudine di mostrare il rinforzo accennato nell'azione magnetizzante della scarica.

(1) Veggasi la Memoria III sull'azione magnetizzante delle correnti elettriche momentanee.

Numeri esperimenti quanti fili di ferro lungi otto centime- tri entrano a formare il fascio d'egual lun- ghezza, e pesante 28 grammi.	Deviazioni magnetometriche indicanti la forza magnetica conseguita da una data scarica dal fascio di fili di ferro.		Deviazioni indican- ti il rinforzo prodotto nella magnetizzazio- ne d'un fascio di 180 fili di ferro ricotti lungo centim. 8, 5, pesante grammi 10.
	Quando non v'è ferro nell'elica ag- giunta.	Quando vi è ferro nell'elica aggiunta.	
1.	3. ^o	11. ^o	5. ^o
4.	10.	16.	13.
22.	15.	19.	16.
39.	15. 30'	20. 30'	19.
72.	19.	49.	21.
122.	27.	54.	22. 30'.

La serie de' numeri della seconda colonna mostra che al crescere de' fili componenti una data massa di ferro, cresce la suscettibilità di magnetizzarsi. I numeri della quarta colonna mostrano che crescendo la detta suscettibilità, in questa circostanza cresce anche il rinforzo prodotto nell'azione magnetizzante della scarica, e quelli della terza indicano che i fili più suscettibili di magnetizzarsi, perchè in maggior numero, sono più suscettibili di sentire il rinforzo prodotto nell'azione magnetizzante della scarica elettrica da un ferro o fascio di ferri che si trova in un'altra elica, nella quale circola pure la scarica elettrica.

Anche il ferro ricotto rinforza più quando è più diviso. Un fascio di quattro fili lunghi otto centimetri, pesanti tra tutti grammi 28, mediante la scarica della detta boccia carica alla tensione di sei gradi si calamitava al segno da deviar l'ago di un sol grado, e calamitava il solito fascio dell'altra elica a segno che deviava l'ago di 20.^o

Un fascio di 22 fili eguali in lunghezza e nel peso complessivo a quelli del fascio suddetto acquistavano per la detta scarica la forza indicata dalla deviazione 1.^o 30', e magnetizzavano l'altro ferro al segno che deviava l'ago di 23.^o

Ed un fascio di 72 fili come sopra, che magnetizzavasi come 4, avvalorava l'azione magnetizzante in modo che l'ago sottoposto al solito fascio deviava di 32.°

E altrettanto può dirsi dell'acciajo, come dimostrano le due seguenti esperienze.

1.^a Due fili d'acciajo lunghi centimetri 8, del peso complessivo di 4, 6 grammi, posti essi soli nell'elica aggiunta, mediante la scarica della solita boccia carica alla tensione di 8 gradi di tensione, magnetizzavasi tanto da deviar l'ago di 17.°

Tolti questi dall'elica aggiunta, e messo il solito fascio nell'altra, la magnetizzazione conseguita da questo era indicata da 9.°

Collocati li detti due fili nell'elica aggiunta, ed il fascio solito nell'altra, la deviazione prodotta dai due fili 20.° 30'; e quella prodotta dal detto fascio 12.°

2.^a Un fascio di 24 fili d'acciajo lunghi otto centimetri e pesanti quanto i due dell'esperienza precedente, acquistò mediante l'anzidetta scarica la forza magnetica espressa da 28 gradi quando non v'era ferro nell'altra elica, e produsse la deviazione di 71.° e quando v'era il solito fascio nell'altra, e la magnetizzazione indicata dal solito fascio fu indicata da 16.° 30'.

XVI. Non sempre però alla maggiore suscettibilità di magnetizzarsi, di cui è dotato il ferro corrisponde una maggiore attitudine di rinforzare l'azione magnetizzante della scarica elettrica. Che anzi occorre spesso di osservare che di due ferri assai fra loro differenti nella suscettibilità di calamitarsi, le loro attitudini a rinforzare l'azione magnetizzante della scarica, o sono poco differenti, o pressochè eguali, o anco talvolta si mostra più atto a rinforzare quello che meno si magnetizza per una data corrente.

1.^a Un fascio di 75 fili d'acciajo lunghi 8 centimetri, e pesanti 20 grammi, messo nell'elica aggiunta, mediante la scarica della boccia solita carica alla tensione di sei gradi, calamitavasi al segno da deviare il magnetometro di 20.°

Ed un fascio di 13 fili di ferro ricotti lunghi 8 centim., e pesanti grammi 52,7, magnetizzavasi mediante una scarica eguale alla suddetta solo al segno da deviar l'ago dello stromento di 11.° 30'.

Messo pertanto nell'elica del magnetometro il fascio di 180 fili delle sperienze del §. precedente, questo, mediante la detta scarica, se nell'elica aggiunta v'era il fascio de' 13 fili d'acciaio, magnetizzavasi al segno da deviar l'ago di 21.°

E se al detto fascio di fili d'acciaio sostituivasi l'altro di ferro ricotto, la deviazione era 20.° 40'.

2.° Colla boccia carica alla tensione di 12 gradi poco differirono dalle notate nell'esperienza precedente le forze magnetiche che acquistavano li due fasci quando non v'era ferro nell'elica dello stromento. E quando poneva in questa li 180 fili ricotti, questi conseguivano la forza magnetica espressa da 26, qualunque de' due suddetti fasci si trovasse nell'elica aggiunta.

3.° Mediante una piccola boccia, la capacità della quale era circa la quinta parte di quella delle sperienze precedenti, carica a 12 gradi, magnetizzava il fascio di fili d'acciaio tanto che teneva deviato l'ago di 90.°; ed il fascio de' 13 fili di 14.° Pertanto il rinforzo prodotto dal primo era di 26.°, e quello prodotto dal secondo di 25.° 30'.

4.° Un fascio di 500 fili ricotti, il quale colla scarica di detta boccia carica alla tensione di 24 gradi acquistava sol la forza di deviare il sottoposto ago di 18.°, avvalorava tanto la magnetizzazione del solito fascio di 180 fili che teneva deviato l'ago di 35.° Mentre il fascio di fili d'acciaio, il quale a circostanze pari devia l'ago di oltre 90.°, rinforzava notabilmente meno la magnetizzazione del fascio di 180 fili, poichè questo non teneva l'ago che a 29.°

XVII. Anche quando io magnetizzava con masse di ferro eguali ed egualmente divise, ma dotate di suscettibilità differente, trovava che alla maggiore suscettibilità non corrispondeva sempre la maggiore attitudine a rinforzare.

1.° Colla solita boccia di capacità 5 carica alla tensione di 12 gradi, la quale scaricata sul magnetometro produceva

la deviazione di $20.^{\circ}$, se nell'elica aggiunta poneva un fascio di 123 fili ricotti (il quale colla detta scarica deviava sol di tre gradi l'ago ad esso sottoposto), la deviazione dello stromento era di $31.^{\circ}$.

E ponendo nell'elica aggiunta un fascio pur di 123 fili eguali a quelli del fascio predetto, ma crudi (il qual fascio nella detta circostanza deviava di $22.^{\circ} 30'$. l'ago ad esso sottoposto), la deviazione dello stromento era $36.^{\circ}$.

2.^a Quando poi la suddetta boccia aveva la tensione di due gradi, nel qual caso deviava lo strumento sol di $14.^{\circ}$, se nell'elica aggiunta era il fascio di 123 fili ricotti (che da soli non conseguivano che la magnetizzazione espressa da $2.^{\circ}$), l'effetto sul magnetometro era di $20.^{\circ}$.

Ed il fascio di fili crudi (il quale da se acquistava mediante la detta scarica la magnetizzazione espressa da $30.^{\circ}$) calamitava il fascio del magnetometro solo al segno da tener l'ago a $13.^{\circ}$.

XVIII. Si è già veduto al §. XIV che quando il ferro è magnetizzato, e specialmente se è prossimo al grado di forza, che con una data scarica replicata può conseguire, piccolo è il rinforzo che si ottiene ponendo del ferro nell'elica aggiunta. Ora vogliamo osservare il rinforzo che nasce in un altro ferro quando nell'elica aggiunta si ponga un ferro già magnetizzato.

1.^a Ritenuto nell'elica del magnetometro il fascio di 180 fili di ferro ricotto, il quale colla solita boccia carica alla tensione di dieci gradi calamitavasi al punto da tener l'ago deviato di $16.^{\circ}$, ho messo nell'elica aggiunta un cilindro di ferro crudo lungo 8 centimetri e pesante grammi 13,85 non magnetizzato. Invasi quindi le due eliche con una scarica eguale alla suddetta; e la magnetizzazione acquistata dal detto cilindro venne espressa dalla deviazione $9.^{\circ}$, e quella acquistata dal fascio da $20.^{\circ}$. Distrussi il magnetismo di quest'ultimo, e lasciai il cilindro con quello che aveva, e, rinnovata la scarica, l'ago sottoposto al detto cilindro da $9.^{\circ}$ si portò a $15.^{\circ}$; e l'ago sottoposto al fascio si portò da zero a $20.^{\circ} 30'$.

Rinnovata quest' ultima prova, il cilindro mandò l' ago da 15° a 19° , ed il fascio da 0° a 22° .

Rinnovata ancora, il cilindro mandò l' ago da 19° a 21° , ed il fascio da 0° a 19° .

E così replicata molte volte questa prova, ho sempre veduto che anche quando l' aumento nella forza magnetica del cilindro era di un solo grado, e persino d' una frazione di grado, l' azione magnetizzante veniva rinforzata poco meno di quando, per essere il cilindro nello stato naturale, l' alterazione nel suo stato magnetico riusciva molto più grande.

2.^a Al cilindro dell' esperienza precedente venne sostituito un fascio di 22 fili di ferro crudo lunghi otto centimetri e pesanti tra tutti grammi 28. Questo alla prima scarica della boccia (carica come nell' esperienza precedente) acquistò la forza da deviar l' ago a lui sottoposto di 39° , e rinforzò l' azione magnetizzante in modo che il solito fascio di ferro dolce che trovavasi nell' altr' elica deviò l' ago di 31° .

Alla seconda scarica (eguale alla precedente), il primo de' detti ferri fece passar l' ago da 39° a 68° , e l' altro fascio da zero a 32° .

Alla terza il primo de' detti aghi passò da 68° a $69^{\circ} 45'$, e l' altro da 0° a 28° .

Alla quarta il primo ago andò da $69^{\circ} 45'$ a $70^{\circ} 40'$, e l' altro da 0° a $26^{\circ} 30'$.

Alla quinta il primo fascio fece retrocedere l' ago da $70^{\circ} 40'$ a 70° , e l' altro fascio si magnetizzò ancora in modo da far passare l' ago a lui sottoposto da 0° a $26^{\circ} 30'$.

Estratto il fascio di ferri crudi dall' elica, e poi rimesso nella medesima in contraria posizione, teneva l' ago a -60° . E rinnovata la scarica, l' ago sottoposto al detto fascio passò da -60° a -11° , e l' altro da 0° a $25^{\circ} 30'$.

Replicata la scarica, il primo ago passò da -11° a $+8^{\circ}$, e l' altro da 0° a $26^{\circ} 30'$.

E così istituite molte altre serie d' esperienze simili alle due qui sopra descritte ho veduto che il più delle volte ad un

grande cambiamento nello stato magnetico del ferro rinforzante, corrisponde un rinforzo un poco più grande. Ma la differenza era sempre di minore momento che non quella delle alterazioni avvenute nella forza magnetica di esso ferro rinforzante.

XIX. Se il fenomeno di cui si tratta nasce da una corrente a cui dà luogo il ferro nell'atto che si magnetizza, la quale modifichi la corrente della scarica in guisa da avvalorarne l'azione magnetizzante, sembra che vi dovrebbe essere una relazione più pronunciata tra la forza magnetica che acquista o perde il ferro, ed il rinforzo da esso prodotto nell'azione magnetizzante della scarica stessa. Ma il vedere che quand'anco l'alterazione nello stato magnetico del ferro sia minima, pure rinforza notabilmente l'azione magnetizzante della scarica, indurrebbe a conchiudere che il ferro sull'elica aggiunta, anche indipendentemente dalla corrente, alla quale per avventura dà origine nell'atto che si magnetizza, ha la proprietà di produrre il detto rinforzo. Inoltre, se nell'atto che il ferro si magnetizza dà origine ad una corrente, la direzione di questa sarà in relazione col senso in cui il ferro viene polarizzato. Se adunque da questa corrente viene modificata quella della scarica elettrica, tale modificazione sembra ch'esser dovrebbe contraria, se contraria è la polarizzazione magnetica che nasce nel ferro. Eppure noi abbiamo osservato nel precedente paragrafo che quando il ferro dell'elica aggiunta trovasi avere la massima forza magnetica che con una data scarica e in una data circostanza può conseguire, molte volte avviene che quella scarica smagnetizza alquanto il ferro; e non di meno anche in siffatti casi non manca un tal quale rinforzo nell'azione magnetizzante.

Ma vi ha di più che si può preparare il ferro magnetizzato in guisa che, agendo sopra di lui con una data scarica, essa lo polarizzi al contrario del solito. Eppure un tal ferro rinforza anch'esso l'azione magnetizzante della scarica elettrica. Vediamolo con qualche esperienza.

1.° Nell'elica del solito stromento ho messo un fascio di 183 fili di ferro ricotti, lunghi otto centimetri e mezzo, in peso otto grammi. Esso magnetizzavasi al punto di deviar l'ago di 8.° quando scaricavasi sull'elica che lo conteneva (ed alla quale erane aggiunta un'altra) la solita boccia carica alla tensione di tredici gradi. Quando poi nell'elica aggiunta eravi un fascio di 250 fili di ferro ricotti lunghi dieci centimetri, e pesanti tra tutti 13 grammi, allora la detta scarica magnetizzava il primo fascio al segno che devia l'ago di 26.° Ed il fascio dell'elica aggiunta devia l'ago di 6.° 30'.

A questo punto levai il fascio dall'elica del solito stromento, e ridussi a zero la sua polarità; quindi tormentai l'altro fascio ch'era nell'elica aggiunta con sei scariche della detta boccia carica alla piccola tensione di un grado e mezzo. Con che avvalorai la sua forza magnetica tanto che teneva deviato l'ago di 40.° 30'.

Rimisi allora l'altro fascio nella prima elica, e, caricata la boccia alla tensione di 13 gradi, la scaricai al solito sulle due eliche, e gli effetti furono, che il fascio dell'elica aggiunta perdè tanto di forza magnetica che non teneva più deviato l'ago a 40.° 30', ma a 10°, e quello della prima ottenne un rinforzo eguale a quello conseguito quando il ferro dell'aggiunta conseguiva la forza espressa da 8.°; esso teneva l'ago deviato a 26.°.

2.° Un fascio di 122 fili di ferro non ricotti, lunghi otto centimetri, e pesanti tra tutti 28 grammi, fu messo nell'elica aggiunta, e mentre nell'altra v'era il ferro dell'esperienza precedente, conseguiva, mediante la solita boccia carica alla tensione di 14 gradi, la forza magnetica espressa dalla deviazione 8.°.

Ho tormentato il detto ferro con un buon numero di scariche a piccole tensioni, finchè esso teneva l'ago a 17.°.

Allora estrassi il detto ferro dall'elica in cui si trovava, e vel rimisi tosto rivolto al contrario ed esso teneva l'ago deviato al contrario, cioè a - 15.°

Caricai quindi la boccia a 14 gradi di tensione, e, scaricata al solito sull' elica, la magnetizzazione del ferro dell' elica aggiunta crebbe in modo che l' ago si portò da -15° a -24° , e la magnetizzazione del fascio del magnetometro fu presso a poco eguale a quella che si ebbe nella prima prova; esso deviò l' ago di $+25^{\circ}$.

Avendo così veduto che, anche quando il ferro viene dalla scarica elettrica magnetizzato al contrario di quello che suole, esso ferro non manca di rinforzare l' azione magnetizzante della medesima, volla osservare se, collocato il ferro esteriormente all' elica aggiunta invece che dentro di essa avvalorasse pure l' azione magnetizzante della scarica che l' invade. Le esperienze fin' ora da me istituite su questo argomento con istrati di fili di ferro circondanti l' elica, mi lasciarono incerto (1). Ma un cilindro di ferro del diametro interno di centimetri 2,6 e pesante grammi 356, nel quale venne introdotta l' elica, fece sì che l' ago magnetometrico deviò di 40° , mediante una scarica, colla quale l' ago stesso non veniva deviato se non che di 29° quando l' elica aggiunta non era circondata da quel cilindro.

XX. Che il ferro nel momento che viene magnetizzato dalla scarica elettrica produca una corrente di induzione è per me un fatto ben dimostrato, e formerà l' argomento di una delle Memorie che seguiranno a questa, e si vedrà in essa io spero, se la detta corrente indotta abbia o no relazione col fatto in discorso. Ma frattanto, l' aver veduto che anco delle minime alterazioni nello stato magnetico d' un ferro già calamitato, avvalorano l' azione magnetizzante poco meno di quel che facciano le grandi, fece nascere in me il sospetto che quel ferro nell' elica aggiunta potesse generare il rinforzo

(1) Bensì ho osservato che uno strato di fili di ferro che involge un' elica (ed anche un fascio collocato accanto ad essa) rinforza notabilmente la magnetizzazione operata dalla scarica che la invade sul ferro posto nell' interno dell' elica stessa. E reciprocamente la magnetizzazione del ferro esterno è rinforzata dal ferro interno. Di questo fatto cadrà opportuno il discorso in alcuna delle seguenti Memorie.

indipendentemente dalla sua qualità di corpo magnetizzabile. E passai perciò ad indagare se altri metalli messi nell'elica aggiunta avessero virtù di rinforzare l'azione magnetizzante della scarica elettrica. Pertanto nella Memoria che segue tratterò delle sperienze istituite su quest'argomento; e pongo fine alla presente col notare qui le principali proposizioni.

1.^a La magnetizzazione operata dalla scarica della boccia di Leida nel ferro che si trova in un'elica metallica riesce più forte quando alla detta elica siane aggiunta un'altra contenente pure del ferro, e la scarica scorra anche per quest'elica aggiunta.

2.^a Tale rinforzo riesce comunque sia preparato o foggiato il ferro posto nelle due eliche: nè importa che quello dell'una sia o non sia eguale a quello dell'altra; nè che la scarica sia forte o debole, la boccia più o meno capace, la seconda elica eguale o più lunga o più corta, più ampia o più ristretta, avvolta nel medesimo senso, o in senso contrario della prima.

3.^a Ha luogo questo rinforzo anche quando la scarica della boccia traversa uno strato d'acqua, semprechè la poca conducibilità di esso strato non sia tale da produrre già per se stesso un rinforzo notevole nell'azione magnetizzante della scarica medesima.

4.^a Se l'elica aggiunta è più ristretta, il rinforzo nell'azione magnetizzante riesce più grande.

5.^a Quando le eliche aggiunte sono due, e disposte in modo che la scarica le percorra successivamente e non simultaneamente, il rinforzo è più grande che non quando è una sola l'elica aggiunta, e sebbene in questa si pongano tutti i fili di ferro contenuti nelle due. E qualche vantaggio si ottiene anche aggiungendo una terza elica ove la boccia sia di poca capacità e carica ad alta tensione.

6.^a Al crescere il numero de' fili componenti una data massa di ferro, cresce (colla suscettibilità di magnetizzarsi) l'attitudine di rinforzare l'azione magnetizzante della scarica elettrica, come pure la suscettibilità di sentire il rinforzo pro-

dotto nell'azione magnetizzante da altro ferro che si trova in un'altra elica, nella quale circola pure la scarica stessa.

7.^a Fuori del caso contemplato nella proposizione precedente, rare volte è dato di osservare che alla maggiore suscettibilità di magnetizzarsi corrisponda nel ferro maggiore attitudine a rinforzare l'azione magnetizzante della scarica elettrica. E spesse volte si osserva che due ferri assai differenti fra loro rapporto alla detta suscettibilità, sono pressochè eguali nell'attitudine di rinforzare l'azione magnetizzante, e talvolta si mostra più atto a rinforzare quello che meno si magnetizza per una data corrente.

8.^a E neppure quando si sperimenta con masse di ferro eguali ed egualmente divise, ma dotate di differente suscettibilità a magnetizzarsi, si osserva che alla maggiore suscettibilità corrisponda sempre la maggiore attitudine a rinforzare l'azione magnetizzante.

9.^a A produrre un notevole rinforzo nell'azione magnetizzante non è punto necessario che la scarica operi un grande cambiamento nello stato magnetico del ferro destinato a rinforzare. Che anzi talvolta ad una minima alterazione nello stato magnetico del ferro corrisponde un rinforzo notevole nell'azione magnetizzante della scarica elettrica.

10.^a Finalmente tale rinforzo ha luogo anche quando il ferro dell'elica aggiunta è magnetizzato in modo, che la scarica elettrica lo magnetizza in senso contrario a quello che suole.