

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCI.

1894

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME III.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1894

**Fisica.** — *Sopra la reazione del magnetismo indotto sul campo induttore.* Nota di M. ASCOLI, presentata dal Socio BLASERNA.

« 4. *Ellissoide.* La discussione della mia Nota precedente può essere fatta anche, indipendentemente da qualsiasi speciale serie di esperienze, considerando il caso di un ellissoide di rotazione immerso in un campo uniforme parallelo al suo asse, caso che si può trattare direttamente a priori. È noto che in tale corpo la magnetizzazione è uniforme, cioè l'I è uguale in tutti i punti della massa e quindi in tutti quelli di una sezione. Sarebbe cosa molto singolare che la magnetizzazione potesse penetrare negli strati interni di un ellissoide e non in quelli di un cilindro; e perciò mi pare che non sia inutile mostrare come anche trattando teoricamente il caso dell'ellissoide si giungerebbe alla stessa *apparente* localizzazione del magnetismo lungo l'asse, constatata per i cilindri pieni (§ 2).

« L'intensità del campo, cioè il valore della f. m. *vera* in un punto qualunque nell'interno dell'ellissoide è data dalla espressione

$$H = H' - NI \quad (1)$$

dove  $H'$  è l'intensità del campo primitivo (senza ferro), quella che, nel caso di un lungo rocchetto, è misurata da  $4\pi n_1 i \left( n_1 = \frac{n}{l} \right)$ , ed

$$N = \left( \frac{1}{e^2} - 1 \right) \left( \frac{1}{2e} \log \frac{1+e}{1-e} - 1 \right).$$

$e$  è l'eccentricità, cioè

$$e = \sqrt{1 - \left( \frac{d}{l} \right)^2}$$

$d$  essendo l'asse minore,  $l$  il maggiore.

« Supponiamo che si abbia una serie di ellissoidi tutti della medesima sostanza ed aventi il medesimo asse maggiore ma diverso il minore, cioè l'eccentricità. Immergiamo successivamente questi diversi corpi nel medesimo campo che abbia, ad esempio, l'intensità  $H' = 100$  c. g. s., l'I indotta sarà diversa in ciascuno perchè diverso è  $N$  cioè  $H$ ; solo per valori piccolissimi di  $d$ ,  $N$  è trascurabile ed  $H = H'$ . Tracciamo la curva magnetica del metallo ( $H$  ascisse,  $I$  ordinate) di cui son fatti gli ellissoidi. Sia  $I = f(H)$  la sua equazione. Questa equazione insieme alla (1) dà per ogni valore di  $N$ , cioè per ogni ellissoide i valori di  $H$  e di  $I$  risultanti da un dato campo primitivo  $H'$ . La risoluzione è facile graficamente. Tracciata la linea  $I = f(H)$  [fig. 4], si prende sull'asse delle ascisse il punto A di ascissa  $H' (=100)$ , su quello delle ordinate il punto B di ordinata  $\frac{100}{N}$ ; la retta AB ha per

equazione  $H = H' - NI$ , e quindi le coordinate del punto M di incontro colla curva sono i valori cercati di H ed I. Le diverse rette  $AB_2, AB_3, \dots$  trac-

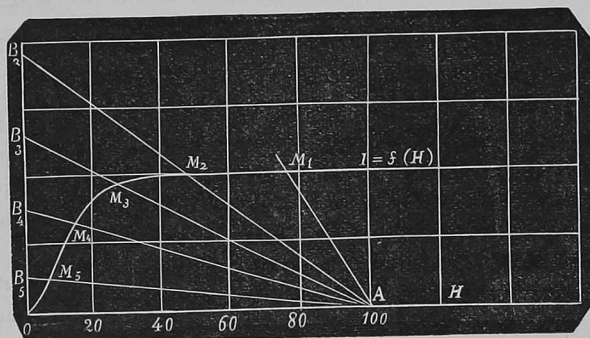


FIG. 4.

ciate nella fig. 4 corrispondono a diversi valori di N cioè dell'asse minore. Ottenuto il valore di I, si calcola il momento magnetico colla formola

$$M = \frac{1}{6} \pi d^2 l I$$

« Ho eseguito il calcolo prendendone a base una curva contenuta nel libro dell'Ewing, *Magnetic Induction in Iron* etc. a pag. 53. Il calcolo è riassunto nella seguente tabella :

TABELLA VI.

| $\frac{l}{d}$ | N      | H     | I    | S      | Mm    |
|---------------|--------|-------|------|--------|-------|
| 500           | 0,0000 | 100   | 1290 | 0,0003 | 2,70  |
| 200           | 0,0016 | 98.0  | 1290 | 0,0019 | 16.89 |
| 100           | 0,0054 | 95.5  | 1290 | 0,0078 | 67.54 |
| 50            | 0,0181 | 76.58 | 1285 | 0,0314 | 269.1 |
| 20            | 0,0842 | 6.88  | 1102 | 0,1964 | 1442  |
| 10            | 0,2611 | 2.98  | 371  | 0,7854 | 1943  |
| 6             | 0,5432 | 2.56  | 179  | 2,1871 | 2603  |
| 4             | 0,9467 | 2.20  | 100  | 4,9088 | 3272  |
| 3             | 1,3670 | 2.02  | 70   | 8,8378 | 4072  |

« S è la sezione massima in cm. quadrati.

« Fino alla lunghezza di 20 assi minori circa, il momento magnetico cresce proporzionalmente alla sezione, ma poi l'aumento diventa lentissimo come è mostrato dalle linee della fig. 5 avente le sezioni per ascisse e i  $Mm$

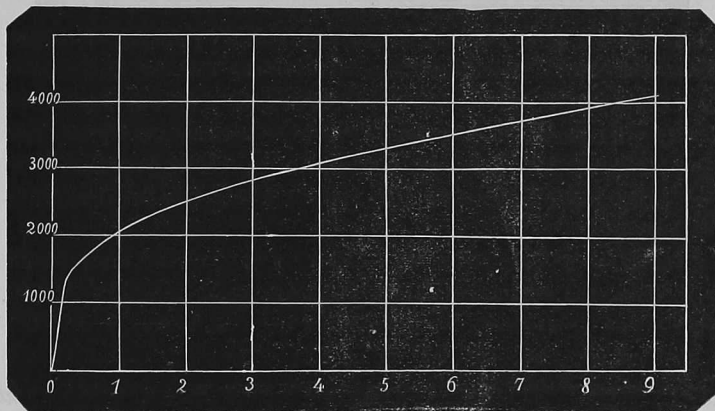


FIG. 5.

per ordinate. Anche in questo caso gli strati superficiali danno apparentemente poco contributo al momento magnetico del pezzo; ma sarebbe errore concludere che la magnetizzazione tende a localizzarsi presso l'asse, perchè si sa che essa è uguale in tutti i punti.

« 5. *Cilindri pieni.* Nella colonna H della tabella precedente sono segnati i valori della f. m. vera;  $100 - H$  esprime la reazione o forza smagnetizzante dovuta al nucleo. L'importanza di questa è grandissima per lunghezza che non superino i 20 diametri circa; per  $l = 20d$  la forza da 100 è ridotta a meno di 7, per  $l = 3d$  da 100 a 2 circa. Si vede così di quale entità sarebbe l'errore di chi credesse di operare sopra un simile nucleo colla f. m. calcolata per la spirale magnetizzante senza nucleo. Questo per l'ellissoide.

« Nel caso di un nucleo cilindrico non si può calcolare a priori la f. m. vera che è diversa da punto a punto. La si può però misurare sperimentalmente nel modo seguente che può applicarsi alle mie misure.

« Ho detto come, mediante il metodo balistico, si misuri l'intensità I della magnetizzazione indotta media in una sezione. È noto che, ad un dato valore della f. m., possono corrispondere, in causa dell'isteresi, infiniti valori dell'I indotta, tutti inferiori ad un certo massimo. L'I che si misura col galvanometro balistico, invertendo la f. m., è appunto questo valore massimo che è una funzione monodroma della f. m. rappresentabile mediante una linea determinata. Questa linea si traccia sperimentando in modo che la f. m. vera si possa calcolare direttamente, p. es. misurando la I al centro di un cilindro

lungo 4 o 500 diametri e immerso tutto in un campo primitivamente uniforme. Sia  $I = f(H)$  (fig. 6) questa linea. Sperimentando poi sopra un ci-

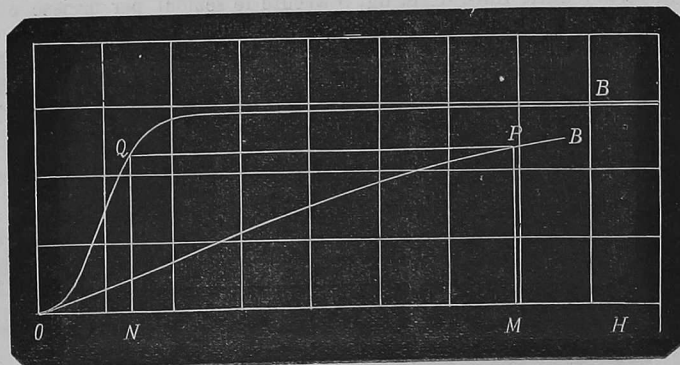


FIG. 6.

lindro corto della medesima sostanza, per le medesime f. m. *apparenti* si avranno diversi valori di  $I$  a seconda del valore di  $\frac{d}{l}$ ; ma, per quanto ora ho detto, a un dato valore della  $I$  corrisponderà sempre il medesimo valore della f. m. *vera*. Suppongasi che  $OB$  sia la linea tracciata per un cilindro corto prendendo per ascisse le f. m. *apparenti*  $(4\pi \frac{n}{l} i)$ . Se dal punto  $P$  si conduce  $PQ$  parallela ed  $OH$ , l'ascissa del punto  $Q$  sarà la f. m. *vera* che, in quel cilindro, corrisponde alla *apparente* o primitiva  $OM$ , ed  $NM$  misurerà la reazione o forza smagnetizzante.

« La maggior lunghezza provata è di 103 diametri; per questa la reazione non è nulla, ma possiamo, in un calcolo approssimato come questo, trascurarla (nell'ellissoide è di circa il 4 %), e ritenere che il valore vero delle f. m. sia il primitivo. Nella seguente tabella per le diverse f. m. primitive segnate in corrispondenza di  $\lambda = 103$ , e per i diversi valori di  $\lambda$  sono date le f. m. vere determinate al centro.

TABELLA VII.

| $\lambda = 103$ | 59.5  | 39.0  | 28.7  | 17.0  | 13.2  | 10.8  | 3     |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,750           | 0,73  | 0,61  | 0,17  | 0,095 | 0,070 | 0,055 | 0,015 |
| 0,530           | 0,51  | 0,31  | 0,12  | 0,075 | 0,060 | 0,048 | 0,012 |
| 0,305           | 0,20  | 0,12  | 0,065 | 0,040 | 0,030 | 0,025 | 0,08  |
| 0,170           | 0,12  | 0,07  | 0,035 | 0,020 | 0,015 | 0,012 | 0,04  |
| 0,100           | 0,065 | 0,035 | 0,016 | 0,010 | —     | —     | —     |

« Nella figura 7 sono tracciate le 5 linee aventi per ascisse i valori di  $\lambda$ , e per ordinate quelli della f. m. vera corrispondenti alle 5 f. m. primitive adoperate nelle mie esperienze.

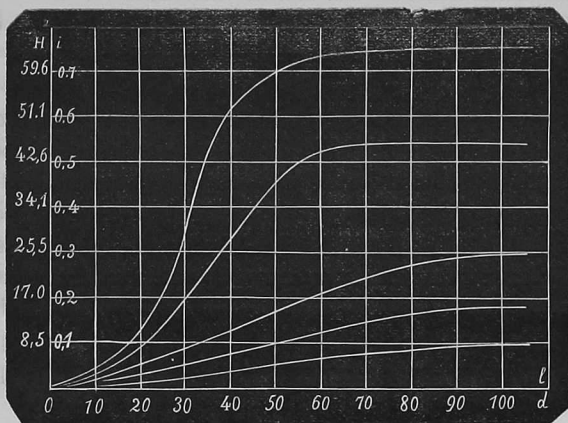


FIG. 7.

« La fig. 8 dà l'analogia linea per l'ellissoide, tracciata coi valori  $\frac{l}{d}$  ed H della tabella VI. La perfetta analogia di questa linea colle precedenti

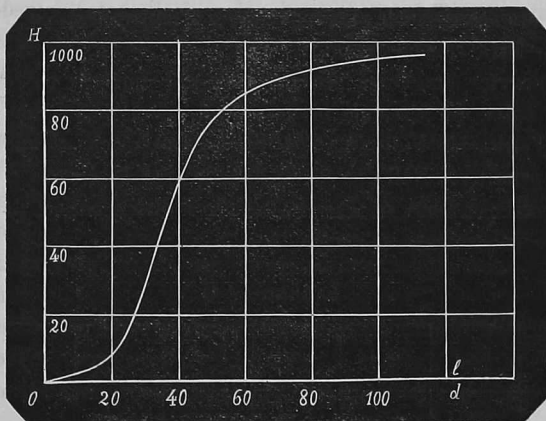


FIG. 8.

dimostra la bontà del metodo usato per la determinazione di H, e la non grande differenza esistente tra la reazione di un ellissoide e quella di un cilindro di ugual lunghezza relativa. Si noti che l'analogia aumenterebbe se

si calcolasse la f. m. media invece che quella al centro, che è la massima. Del resto le differenze dipendono anche dalle diversità del materiale che ha servito ai due casi. Anche questa analogia depone in favore della quasi uniformità della magnetizzazione in una sezione trasversale.

« 6. *Cilindri cavi*. Abbiamo veduto come i cilindri cavi si comportino analogamente ai pieni di ugual sezione, per modo che una serie di cilindri cavi con pareti di diverso spessore è paragonabile a una serie di cilindri pieni di diverso diametro. Ma è prevedibile che il comportamento non sarà identico perchè, come è noto, la reazione di un corpo sul campo dipende, non solo dalla sezione, ma anche essenzialmente dalla *forma*. Sull'entità di tale differenza non può decidere che l'esperienza. A questo scopo ho fatto alcune ricerche delle quali qui riferisco qualche risultato generale riservandomi di parlarne più estesamente in altra Nota. Queste esperienze consistono nel paragonare direttamente tra loro cilindri cavi con cilindri pieni della stessa lunghezza e della stessa sezione metallica. Il confronto fu fatto per diverse intensità di corrente magnetizzante, per diverse lunghezze e per diverse sezioni.

Così ho trovato che, nei tubi corti a parete molto sottile rispetto al diametro, la reazione sul campo (come è prevedibile) è minore che nei cilindri pieni di ugual sezione e quindi, alla stessa corrente induttrice, corrisponde una maggiore intensità indotta. Ma la differenza va rapidamente diminuendo al crescer dello spessore, e, a parità di spessore, al crescere della lunghezza; per una lunghezza di 30 diametri circa, la differenza stessa è ridotta a quasi nulla. Tale risultato si poteva facilmente prevedere partendo dal concetto che la notata differenza sia dovuta, non ad una preferenza della magnetizzazione per gli strati sottili, ma al differente valor vero della forza magnetizzante nei due casi, cioè alla differente reazione; infatti tale reazione va diminuendo al crescer della lunghezza (v. § 6), e la diminuzione è rapidissima per lunghezze superiori a 25 diametri circa; perciò va rapidamente cessando la ragione della differenza. Questa dunque cessa non pel fatto dell'aumentata lunghezza in sè stessa, ma per la diminuita reazione. Perciò si giungerà allo stesso scopo, diminuendo la reazione in modo qualunque come ad esempio piegando il nucleo in forma di anello, o semplicemente accostandone le estremità, oppure congiungendole con delle grandi masse di ferro.

« Nelle dinamo le cose si dispongono appunto in questo modo; per questa ragione, oltre che per quella notata sopra, la convenienza della sostituzione di nuclei cavi e nuclei pieni nelle dinamo non sussiste.

« Le stesse esperienze hanno dato che la differenza in questione diminuisce al crescere della forza magnetizzante, specialmente quando questa è grande. Ciò si interpreta ancora nello stesso modo. Quando la f. m. primitiva è molto grande, la vera può essere ancora sufficiente a portare il nucleo presso alla saturazione, nel qual caso l'intensità della magnetizzazione tende

a diventare indipendente dalla f. m. e quindi dalla reazione e, finalmente, della forma.

« 7. *Conclusioni.* Da quanto è esposto in questa Nota e nella precedente parmi si possa con sicurezza concludere :

« 1. Il magnetismo non ha alcuna difficoltà di *penetrare* negli strati più profondi di un corpo qualunque ne sia la sezione.

« 2. Esso si distribuisce nello stesso modo nelle sezioni piccole e nelle grandi, purchè la forza magnetizzante agente sia la medesima.

« 3. Una serie di cilindri cavi di diverso spessore si comporta in modo perfettamente analogo ad una serie di cilindri pieni di diverso diametro.

« 4. Nel 1° caso si ha un'*apparente* prevalenza magnetica degli strati esterni, nel 2° degli interni.

« 5. Quest'apparenza dipende dai diversi valori che la forza magnetizzante *vera* prende in *tutti* i punti della sezione al variare della sezione stessa. Essa scompare comunque si annulli la reazione.

« 6. Non è affatto vantaggioso sostituire in una dinamo nuclei cavi ai pieni ».

**Fisica.** — *Se i nubi temporaleschi sono sempre grandinosi. Grandine anomala.* Nota di CARLO MARANGONI, presentata dal Socio BLASERNA.

« Ammesso che l'elettricità nei temporali sia generata dallo strofinio dei ghiaccioli coll'acqua, ne segue che ogni nembo con lampi è necessariamente grandinoso, o per lo meno nevoso (<sup>1</sup>). Ma i nubi temporaleschi danno dei rovesci di acqua, e raramente la grandine; dunque questa deve fondere avanti di cadere. La pioggia commista, anche supposta a 15° C, non fonderebbe neppure una quinta parte della propria massa di grandine; la condensazione del vapore, invece, è efficacissima a fondere in breve tempo il ghiaccio ed eccone la dimostrazione. La formola di Regnault:

$$Q = 606,5 + 0,305 t ,$$

ci dà le calorie Q cedute da un grammo di vapore saturo alla temperatura t, e che diventa acqua a 0°. Se chiamiamo p il peso di ghiaccio a 0° che le le calorie Q possono fondere, si ha:

$$p = \frac{606,5 + 0,305 t}{80} .$$

Supponendo che la temperatura del nembo vari da 15° a 30° C, si hanno per p i valori di g. 7,64 e g. 7,71. Cioè un grammo di vapore saturo fra

(<sup>1</sup>) In Francia e in Spagna le forti nevate sono talvolta accompagnate da colpi di tuono. Gay-Lussac. Ann. de Chim. et de Phys. t. VIII, p. 165.