

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

« NOTA. - L'attrazione di un cono circolare retto sul centro della base può porsi anche sotto la forma :

$$B_B = 2\pi H \operatorname{sen} \alpha \left\{ \cos \alpha + \operatorname{sen} \alpha - \operatorname{sen} \alpha \cdot \cos \alpha \log \left[\cot \frac{\alpha}{2} \cdot \cot \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2} \right) \right] \right\}$$

in cui α è l'angolo formato dall'asse con l'apotema del cono, e sotto questa forma corrisponde a quella trovata dal Lampe (1).

« Nel Minchin (2) si trova invece

$$B_B = 2\pi H \operatorname{sen} \alpha \left\{ \cos \alpha + \operatorname{sen} \alpha - \operatorname{sen} \alpha \cdot \cos \alpha \left[1 + \log \cdot \cot \frac{\alpha}{2} \cot \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2} \right) \right] \right\}$$

ma evidentemente quell'unità in parentesi non può essere che un errore di stampa ».

Fisica. — *Sopra la distribuzione del magnetismo indotto nel ferro.* Nota di M. ASCOLI, presentata dal Socio BLASERNA.

« 1. Nell'ultimo fascicolo degli Annali di Wiedemann per il 1893, il sig. O. Grotrian (3) espone i risultati di una serie molto accurata di esperienze, colla quale, riprendendo gli studi del Feilitzsch (1850) studia la questione della *penetrazione* del magnetismo indotto nel ferro da un rocchetto magnetizzante. Il risultato, concorde con quello del Feilitzsch, è che la magnetizzazione si limita in gran parte agli strati superficiali, cioè non *penetra* che a piccola profondità.

« Questa conclusione è basata sopra una falsa interpretazione dei risultati sperimentali.

« Credo utile farlo notare e dimostrarlo perchè il fatto, se fosse vero, sarebbe molto importante.

« Le esperienze del sig. Grotrian sono fatte sopra un cilindro di ferro pieno, lungo 10 cm. circa e del diametro di 3, e sopra cilindri cavi dello stesso ferro, della stessa lunghezza, ma aventi pareti di diverso spessore. Il Mm (momento magnetico) del cilindro pieno si trova di molto poco superiore, specie per non grandi f. m. (forze magnetizzanti) a quello dei tubi a parete sottile; ciò significa che la massa centrale non ha quasi effetto sul Mm, cioè (secondo il Grotrian) non si magnetizza. Quest'ultima deduzione è erronea.

« L'aggiunta della massa centrale, cioè l'aumento della sezione *metallica* del corpo, ha per conseguenza un grande aumento del magnetismo libero e

(1) Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin, Band III, 1884, p. 48.

(2) Minchin. Statics, vol. 2, pag. 260.

(3) *Der Magnetismus eiserner Hohl- und Vollcylinder.* W. A. 1893, n. 12, p. 705.

quindi della forza smagnetizzante da esso esercitata; perciò il valore vero della *f. m.* in *tutti* i punti del nucleo resta molto al di sotto di quello del rocchetto senza nucleo (v. § 4 e 5). La conseguente diminuzione dell' *I* (Intensità della magnetizzazione), in tutti i punti del nucleo compresi quelli vicini alla superficie, può essere tale da compensare l'aumento del *Mm* che sarebbe dovuta alla maggior massa di ferro; ma ciò non significa che le parti centrali diano un contributo diverso dalle periferiche.

« Se, nella rappresentazione grafica dei *Mm*, si prendessero per ascisse i valori *veri* della *f. m.* (non l'intensità della corrente, o i valori calcolati colle formole relative a un rocchetto senza nucleo), alle stesse ordinate, nelle curve relative a tubi di diverso spessore, corrisponderebbero ascisse tanto più piccole quanto maggiore è lo spessore e quindi le diverse curve si allontanerebbero le une dalle altre. In altri termini, nelle esperienze fatte colle medesime correnti, le *f. m.* vere sono grandi per le pareti sottili, minori per le grosse e possono essere piccolissime per il cilindro pieno.

« 2. *Cilindri di ugual lunghezza e di diversa sezione.* Una serie di esperienze da me eseguite l'anno scorso per altro scopo, delle quali ho già pubblicato alcuni risultati ⁽¹⁾, mi permette di dare un'evidente dimostrazione di quanto ho asserito nel § precedente.

« Le esperienze sono state eseguite sopra fasci cilindrici di fili di ferro tutti della medesima lunghezza (10 cm.) ma formati da un diverso numero di fili tutti tolti alla medesima matassa, e ciascuno del diametro di cm. 0,097. Nel 2° dei citati miei articoli ho dimostrato che i fasci di fili isolati non si comportano esattamente come cilindri massicci; ma nello stesso tempo ho trovato che la differenza è piccola ed equivale ad una piccola alterazione della permeabilità. Perciò i risultati ottenuti pei fasci si possono senz'altro applicare a cilindri di *uguale sezione metallica.*

« Le misure sono fatte col metodo balistico; la disposizione delle esperienze fu descritta in una Nota precedente ⁽²⁾. La spirale magnetizzante, lunga circa 38 cm. e del diametro di cm. 1,8 ha 67,9 spire per cm. e dà un campo costante per buon tratto dell'interno, campo di 85,3 unità c. g. s. per ogni ampère. Al centro del nucleo è collocata una spirale indotta lunga cm. 0,57 del diam. di cm. 1,43 con 50 spire di filo sottilissimo.

« La deviazione balistica, ottenuta invertendo la corrente magnetizzante, dà, in unità arbitrarie, il flusso totale passante attraverso la spirale indotta; sottraendone il flusso proprio al campo, si ottiene la quantità $4\pi IS$, *S* essendo la sezione del ferro, ed *I* l'intensità media in questa sezione. La correzione pel campo è fatta nel modo accennato nel mio lavoro sopra citato; sarebbe un errore, quando il cilindro ha grande sezione, sottrarre semplice-

⁽¹⁾ V. *l'Elettricista* pel 1893, pag. 138 e 201.

⁽²⁾ V. Rend. dell'Acc. dei Lincei, vol. II, pag. 30, 1893.

mente la deviazione ottenuta senza ferro colla stessa corrente, poichè il nucleo altera profondamente il campo.

« Nella seguente tabella (I) n indica il numero dei fili riuniti in fascio; d il diametro di un cilindro di ugual sezione ($d = 0,97 \sqrt{n}$); $\lambda = l : d$ la lunghezza espressa in diametri; Q la quantità osservata già corretta pel campo (e proporzionale ad IS); i l'intensità della corrente magnetizzante in ampère. Si sono esaminati 5 valori della corrente per ogni fascio; questi 5 non erano sempre esattamente gli stessi, ma le piccole differenze si ridussero per mezzo dell'interpolazione grafica.

TABELLA I. — Valori di Q .

i	$n = 1$ $d = 0,097$ $\lambda = 103,0$	3	7	19	37	61	91
		0,168	0,257	0,423	0,590	0,758	0,925
		59,5	39,0	23,7	17,0	13,2	10,8
0,095	17,7	29,5	38,9	61,6	74,4	90,1	103,4
0,170	30,6	65,9	86,0	123,2	145,0	170,0	197,9
0,305	35,5	100,5	165,7	235,8	288,5	332,3	377,8
0,530	37,7	111,4	247,8	435,6	524,2	603,7	681,7
0,750	38,9	115,4	263,9	605,6	750,5	877,7	981,8

« Durante le misure sopra fasci di più che 7 fili, nel circuito secondario si introducevano delle resistenze per tener la deviazione nei limiti convenienti. Di ciò è già tenuto conto nei numeri della tabella I.

« Uno sguardo alla tabella mostra come, appena la sezione sia considerevole l'aggiunta di nuovi strati superficiali, specialmente per le piccole intensità dei piccolissimi aumenti della magnetizzazione. Ad esempio al filo unico aggiungendone 2, Q aumenta di circa 12, mentre ai 61 aggiungendone 30 aumenta solo di 13; la stessa tendenza è manifesta anche per le maggiori intensità. L'aggiunta di strati superficiali produce dunque aumenti sempre minori nella I ; onde si verrebbe alla conclusione opposta a quella del Grotrian; cioè parrebbe che il magnetismo fosse localizzato nelle regioni interne. Ma questa conclusione sarebbe errata al pari dell'altra.

« I numeri della tab. I danno l'intensità al centro del nucleo. Il risultato notato diventa ancor più chiaro se si determina il M .

« A questo scopo ho proceduto nel modo seguente. Dalla nota relazione

$$I = \frac{dM}{dv}$$

si deduce

$$M = \int I dv$$

dove v indica il volume ed I l'intensità magnetica nella direzione dell'asse (quella che si misura). Posto $dv = S dh$, dove S è la sezione, e dh un ele-

mento dell'asse, avremo, se si contano le lunghezze a partire dal centro del nucleo

$$M = 2 \int_0^{\frac{l}{2}} I S \, dh.$$

« La quantità osservata in una sezione qualunque Q è $4\pi IS$ onde

$$M = \frac{2}{4\pi} \int_0^{\frac{l}{2}} Q \, dh$$

Poniamo

$$y = \frac{Q}{Q_0} \quad x = \frac{2h}{l}$$

dove Q_0 è il valore osservato al centro (quello della tab. I); y esprimerà I in frazione del suo valore al centro, ed x la distanza dal centro in frazione della semilunghezza. Avremo.

$$M = \frac{Q_0 l}{4\pi} \int_0^1 y \, dx$$

« Il valore A dell'integrale dipende unicamente dalla legge con cui varia l'intensità della magn. lungo il nucleo, legge che è la stessa per tutti i cilindri simili; cioè A dipende solo, per una data sostanza magnetica, dal valore di $\frac{l}{d}$. In una serie di esperienze (1), sulla quale dovrò tornare, ho determinato per cilindri di ugual sezione e di diversa lunghezza (cioè per diversi valori di $\frac{l}{d}$), l' I in diverse sezioni, e quindi per ogni cilindro e per parecchie

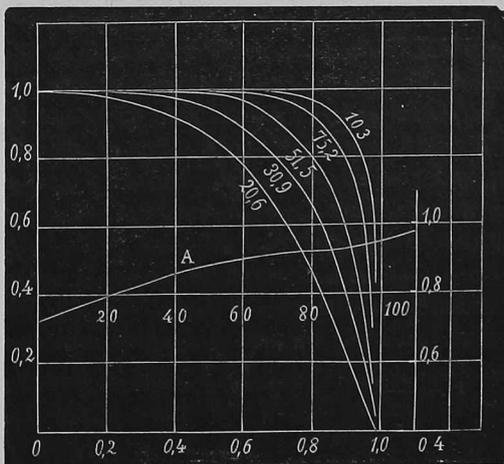


FIG. 1.

intensità della corrente, ho potuto tracciare la curva xy . La fig. 1 dà, come esempi o le curve ottenute colla intensità $i = 0.750$ per i valori di λ segnati presso alle curve stesse. Le aree di queste curve danno il valore di A ; esso sarebbe uguale all'unità se l' I fosse costante. Da questa serie ho dedotto, per interpolazione grafica, i valori di A relativa quelli di i e di λ della tab. I (2).

(1) Vedi l'*Elettricista*, 1893 p. 138.

(2) La linea A dà i valori di A in funzione di λ (l'asse delle ordinate è a destra).

TABELLA II. — Valori di A.

<i>i</i>	$\lambda = 103$	59.5	39.0	23.7	17.0	13.2	10.8.
0.095	0.716	0.700	0.686	0.669	0.660	0.655	0.650
0.170	0.752	0.722	0.703	0.680	0.669	0.662	0.654
0.305	0.826	0.769	0.731	0.685	0.679	0.669	0.659
0.530	0.854	0.795	0.760	0.730	0.716	0.713	0.703
0.750	0.887	0.823	0.793	0.766	0.755	0.750	0.748

« Questi valori diminuiscono al diminuire di λ ; per essi si devono moltiplicare quelli di Q_0 per avere il Mm; si vede dunque che l'andamento sopra notato per Q_0 risulterà ancora più evidente pel Mm. Il prodotto $\frac{A Q_0 l}{4 \pi}$ ($l = 10$) si riduce in misura assoluta moltiplicando per 0.2714, coefficiente determinato approssimativamente mediante il campo dell'elica senza nucleo. Si hanno così i seguenti valori.

TABELLA III. — Valori di M.

<i>i</i>	$\lambda = 103$	59.5	39.0	23.7	17.0	13.2	10.8
0.095	34.4	56.1	72.5	112.0	133.4	160.4	182.6
0.170	62.5	148.9	167.3	227.7	263.6	305.8	351.7
0.305	79.9	210.0	329.2	445.3	532.3	604.1	676.6
0.530	87.5	240.7	511.8	864.1	1015.7	1169.5	1302.4
0.750	93.8	258.1	568.7	1260.7	1529.6	1789.1	1995.1

« Le linee della figura 2 rappresentano i dati della tab. III, le ascisse

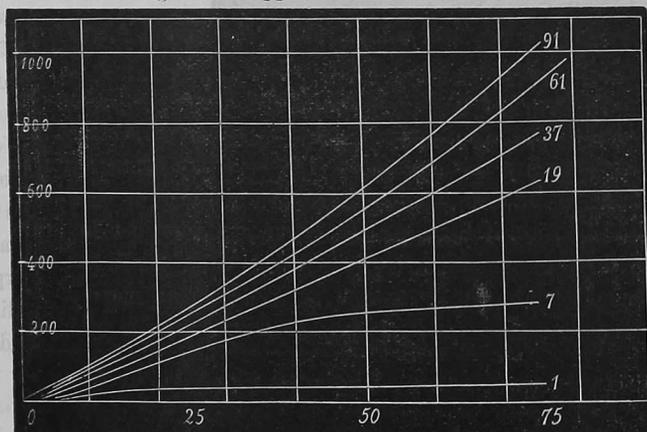


FIG. 2.

sono i valori di i , le ordinate quelli di M . Il loro andamento è identico a quelle del sig. Grotrian. La poca efficacia degli ultimi strati superficiali, ossia dell'aumento della sezione oltre certi limiti è mostrata a evidenza delle linee della figura 3 che, per le intensità 0.75, 0.305 danno M in funzione

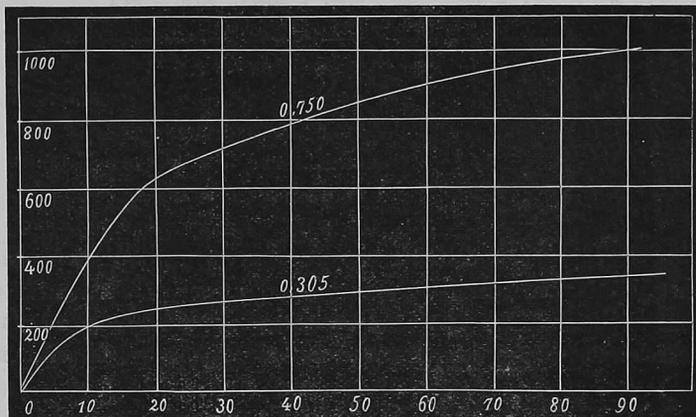


FIG. 3.

della sezione (cioè del numero di fili n).

« È dunque chiaro che coll'aumentare la sezione di un cilindro sottile si ottiene l'effetto stesso che coll'aumentare lo spessore della parete d'un cilindro cavo. Se nel 2° caso si potesse concludere che la magnetizzazione è localizzata alla superficie, nel 1° si verrebbe alla conclusione opposta che è la magn. è localizzata in vicinanza all'asse (1).

« 3. *Cilindri di ugual sezione e di diversa lunghezza.* Un confronto concludente tra il magnetismo di diversi corpi non può esser fatto che quando si possa calcolare il valor vero della f. m. o almeno operare con f. m. vere uguali. Ciò si può fare con cilindri molto lunghi nel campo uniforme di un lungo rocchetto; oppure con cilindri simili, perchè, per la legge di simiglianza (Thomson), questi nei punti omologhi hanno lo stesso valore della f. m. Il primo modo esige che anche i cilindri più grossi sieno lunghi parecchie centinaia di diametri. Le esperienze, che ho citato sopra, fatte sopra fili di ugual sezione e diverse lunghezze, mi permettono di confrontare ciascuno dei 7 cilindri sopra studiati con un cilindro simile ma di sezione diversa.

« Le misure sono fatte sopra un pezzo dello stesso filo che ha servito prima, lungo inizialmente 20 cm. e poi ridotto man mano a lunghezze minori tagliandone uguali tratti ai due estremi. I numeri ottenuti col metodo

(1) L'andamento in questione è, e dev'essere, più accentuato per cilindri corti e cavi che per pieni, perchè, come mostrerò più innanzi, a parità di sezione, i primi hanno una reazione minore dei secondi, ossia assottigliando la parete del tubo la f. m. vera aumenta più rapidamente che diminuendo la sezione di un cilindro piano.

di prima sono i seguenti, già corretti e ridotti alle intensità delle esperienze precedenti.

TABELLA IV.

i	$\lambda = 103$	75.2	51.5	30.9	20.6	12.4
0.095	41.9	29.2	17.3	9.7	5.4	3.0
0.170	75.0	68.6	41.5	19.6	10.7	5.7
0.305	84.1	83.9	75.9	40.9	21.7	11.2
0.530	88.7	88.9	88.5	72.2	40.0	20.0
0.750	90.7	91.1	91.0	87.2	56.8	29.1

« Si noti che l'elica indotta adoperata non era quella di prima.

« Da questi dati, per interpolazione grafica, si dedussero quelli corrispondenti ai valori di λ della I; moltiplicati per i valori di A della tab. II e pel coefficiente 0.1220 determinato come sopra (§ 2) per la riduzione in misura assoluta, danno il rapporto $\frac{M}{l}$ (tab. V).

TABELLA V. — Valori di $\frac{M}{l}$.

i	$\lambda = 103$	59.5	39.0	23.7	17.0	13.2	10.8
0.095	3.66	1.83	1.01	0.55	0.36	0.27	0.19
0.170	6.88	4.54	1.89	1.13	0.66	0.49	0.40
0.305	8.47	7.95	4.96	2.29	1.36	0.87	0.73
0.530	9.24	8.60	7.96	4.46	2.57	1.84	1.37
0.750	9.81	9.15	8.70	6.68	4.00	2.80	2.18

« Eseguendo il rapporto tra i valori di $\frac{M}{l}$ trovati per i fasci nel § precedente, cioè i valori della tab. III divisi per 10, e i corrispondenti valori della tab. V si trova:

0.94	3.07	7.16	20.5	36.8	59.0	96.0	
0.91	3.28	8.71	20.2	39.5	62.1	88.2	
0.94	2.64	6.64	19.5	39.2	69.7	92.5	
0.95	2.80	6.44	19.4	39.6	63.4	94.9	
0.96	2.82	6.53	18.9	38.3	63.9	91.5	
Medie	0.94	2.92	7.09	19.7	38.7	63.8	92.8

« I rapporti delle sezioni, cioè dei numeri di fili sono (tabella I)

1	3	7	19	37	61	91
---	---	---	----	----	----	----

« Questi numeri si possono ritenere coincidenti con molta esattezza colle medie precedenti, se si tien conto dell'ordine di grandezza dei numeri adoperati, delle differenze magnetiche esistenti tra diversi pezzi dello stesso filo e tra fasci e cilindri compatti, e finalmente di alcune correzioni che si sono trascurate (1). Resta così provato che, operando nel medesimo campo *vero* i momenti magnetici oltre che alla lunghezza sono esattamente proporzionali alla sezione anche quando questa varia nel rapporto di 1 a 91. Ciò prova, non che la magnetizzazione sia uniforme nella sezione, ma che è egualmente distribuita nelle sezioni piccolissime e nelle grandissime, ed esclude qualsiasi ostacolo alla penetrazione della magnetizzazione nelle parti interne di masse di ferro dolce.

« Anche la *resistenza magnetica* risulterà quindi effettivamente inversamente proporzionale alla sezione. Quando il nucleo è un cilindro corto è la forza magnetomotrice $\int H dx$ che non è più calcolabile colla espressione $4\pi ni$, perchè la f. m. non è più $\frac{4\pi ni}{l}$; vedremo più avanti che, per un cilindro lungo circa 3 diametri, essa può esser ridotta alla 50^a parte di questo valore! Del resto è noto che l'equazione semplice dei circuiti magnetici non vale esattamente che per circuiti chiusi *perfetti*.

« Nelle dinamo il circuito magnetico non è perfetto; ma è ben lungi dall'esser così imperfetto come sarebbe quello degli elettromagneti delle dinamo stesse, se i poli non fossero avvicinati tra loro e non comprendessero il ferro dell'armatura. Perciò nelle dinamo la diminuzione del campo è molto minore che nei casi sopra contemplati ».

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

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Sulla rapidità dei fenomeni foto-elettrici del selenio.* Nota del dott. QUIRINO MAJORANA, presentata dal Socio BLASERNA.

« È da tempo conosciuta la proprietà del selenio di variare di resistenza elettrica sotto l'azione di un fascio di raggi luminosi. Bell la utilizzò nel suo fotofono. Mercadier riuscì ad ottenere, servendosi di un ricevitore a selenio, un suono composto di 1800 vibrazioni a minuto secondo.

(1) V. *Elettricista*, 1893 p. 201.