

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVIII.

1911

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XX.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1911

Fisica. — *Forse elettromotrici radiali indotte in un disco metallico da un campo magnetico variabile.* Nota di O. M. CORBINO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

1. Come ho dimostrato in un precedente lavoro, un disco metallico, percorso da corrente radiale, e perciò elettromagneticamente inattivo, si trasforma per azione di un campo a esso normale in una speciale lamina magnetica. Il disco, percorso da corrente radiale, produce perciò una lieve alterazione del campo preesistente; si può allora prevedere che, reciprocamente, la creazione del campo deve far nascere nel disco una forza elettromotrice radiale, e quindi una corrente radiale qualora si rileghino metallicamente il centro e la periferia.

Effettivamente, disponendo tra i poli dell'elettromagnete il disco di bismuto, come nell'esperienza citata, e rilegando il centro e l'anello periferico, attraverso al tubo, con un galvanometro, si constata la produzione di una corrente indotta alla eccitazione del campo, e d'una corrente inversa alla sua diseccitazione. Il senso della deviazione *non* dipende dalla direzione del campo; questo fatto differenzia il fenomeno in questione dalle azioni induttive ordinarie.

Questo particolare fenomeno d'induzione può essere interpretato come un vero effetto Hall subito dalle correnti di Foucault circolari che si generano nel disco per la variazione del campo; vi deve corrispondere invero, per l'effetto Hall, una f. e. m. normale alle linee di corrente. La forma delle correnti resterà la primitiva, cioè la circolare, finchè per mezzo del circuito esterno non sia stabilita la comunicazione tra il centro e la periferia del disco.

La previsione teorica delle leggi del fenomeno riesce però molto complicata, qualora esse si vogliano dedurre dall'integrazione, lungo il raggio, delle diverse f. e. m. di Hall, poichè già il calcolo delle correnti di Foucault presenta notevoli difficoltà quando si voglia tener conto del loro ritardo sulle variazioni di flusso *esterno*. Si aggiunga che il coefficiente di Hall si suol prevedere e misurare pel regime permanente, quando cioè si son rese stabili le differenze di temperatura tra i bordi della lamina dovute alla condensazione degli ioni (effetto trasversale termico per corrente longitudinale elettrica); mentre nel caso attuale è da ritenere che il processo si svolga a temperatura sensibilmente costante.

2. Ci converrà, invece, connettere le deviazioni osservate a quelle proprie dell'effetto elettromagnetico, partendo dall'espressione della energia posseduta dal disco percorso da una corrente radiale nel campo esterno, e appli-

cando i procedimenti comunemente usati per dedurre le leggi dell'induzione dall'elettromagnetismo. Un disco, percorso dalla corrente radiale I e disposto normalmente a un campo H , equivale elettromagneticamente ⁽¹⁾ a un sistema piano di correnti circolari aventi per densità di corrente

$$(1) \quad \frac{m_1 I_1 - m_2 I_2}{r} = \frac{EHI}{r}$$

ove r è la distanza dal centro, e si è posto:

$$(2) \quad \begin{cases} m_1 = H e v_1 \\ m_2 = H e v_2 \end{cases}$$

$$I_1 + I_2 = I$$

$$(3) \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{N_1 v_1}{N_2 v_2}$$

$$(4) \quad E = \frac{e v_1 \sigma_1 - e v_2 \sigma_2}{\sigma}$$

cioè $e v_1, e v_2$ rappresentano le mobilità degli ioni positivi e negativi, I_1 e I_2 le correnti parziali; σ_1 e σ_2 le conducibilità corrispondenti, σ la conducibilità totale, e infine N_1, N_2 i numeri di ioni dei due segni per cm^3 . Il coefficiente E è perciò caratteristico del metallo. Un anellino di raggio r e larghezza dr , si comporta, quindi, come se fosse percorso dalla corrente $\frac{HEI}{r} dr$ e la sua energia nel campo H sarà:

$$dW = - \frac{EIH}{r} dr \times \pi r^2 H$$

cosicchè l'energia complessiva del disco nel campo sarà data da

$$(5) \quad W = - \frac{1}{2} I \cdot ESH^2$$

ove S indica la superficie attiva del disco (sottraendo cioè dalla superficie totale del disco il cerchietto centrale di raggio r_1).

Occorre tener presente che E è funzione di H : almeno nel caso del bismuto, come risulta dalla variabilità col campo dell'effetto elettromagnetico da me studiato nel precedente lavoro; ma ciò non è un ostacolo allo sviluppo della teoria, come vedremo tosto.

Durante il periodo variabile, entro un tempo dt , sia I la corrente radiale indotta, e la f. e. m. relativa, e dW la variazione dell'energia W .

(1) Vedasi l'altra mia Nota in questo fascicolo.

Sarà:

$$dW = eIdt = -\frac{1}{2} SI d(EH^2)$$

e perciò

$$e = -\frac{1}{2} S \frac{d(EH^2)}{dt}$$

Detta ρ la resistenza del circuito totale che rilega il centro alla periferia del disco, la quantità di elettricità Q raccolta, tra i valori estremi 0 e H del campo, nell'eccitazione di questo, sarà dunque

$$(6) \quad Q = \frac{1}{\rho} \int_0^H e dt = \frac{1}{2\rho} SE_n H^2$$

ove E_n indica il valore *finale* di E corrispondente al valore H del campo.

L'effetto induttivo sarà perciò indipendente dal segno di H , e il galvanometro darà deviazioni eguali e nel medesimo senso alla chiusura del campo, qualunque sia la direzione di questo. L'esperienza conferma, come si è visto, questa previsione.

3. Se si confronta la (6) con la (5) della mia Nota precedente, che dà la misura dell'effetto elettromagnetico C :

$$C = KIHE$$

si deduce:

$$(7) \quad Q = \frac{1}{2} \frac{S}{\rho} \frac{C}{KI} H$$

Or l'effetto C , relativo ad una data corrente I , aumenta col campo, ma più lentamente di questo nel caso del bismuto: in totale l'effetto Q aumenterà col campo, più rapidamente del campo medesimo. E poichè $\frac{C}{I}$ cambia di senso col campo, assumendo valori numericamente eguali, si comprende che Q debba invece restare invariato in grandezza e in segno. Si ha così un mezzo per separare dall'effetto ottenuto le eventuali induzioni dell'elettromagnete sul circuito complessivo che fa capo al galvanometro, cioè tutte le azioni induttive accessorie che s'invertono alla inversione del campo. Queste erano nel mio caso trascurabili.

Se il disco fosse sottoposto ad un campo alternativo, l'espressione $E_n H^2$ della (6) riprenderebbe periodicamente gli stessi valori, e al passaggio per zero si avrebbe sempre $Q = 0$: il circuito esterno sarebbe percorso perciò da correnti alternate, con trasporto di quantità d'elettricità eguali nei due sensi. Naturalmente il fenomeno sarebbe perturbato, in questo caso, dalle cor-

renti termoelettriche dovute all'ineguale riscaldamento, per le correnti di Foucault, del centro e della periferia.

4. La formola (6) si presta a una determinazione immediata di

$$E = \frac{e_1 v_1 \sigma_1 - e_2 v_2 \sigma^2}{\sigma}$$

se ne deduce infatti:

$$E = \frac{2eQ}{SH^2}$$

Basta perciò tarare il galvanometro per quantità di elettricità, e misurare il campo e la superficie della lamina.

Ho ottenuto in tal modo per la lamina di bismuto che mi è servita in tutte queste esperienze:

H	E . 10 ⁶
3700	12,2
6100	7,8
7250	7,2
8100	7,0
8700	6,8

Si ritrova cioè la diminuzione di E al crescere del campo, già riferita per l'effetto elettromagnetico C, nella mia Nota precedente.

5. Il valore ottenuto per E, che è espresso in unità assolute elettromagnetiche, ci permette di calcolare, in base alla (5), l'energia W del disco percorso da una corrente I in un campo H. Per I = 20 ampère = 2 C. G. S., e H = 9000 si ottiene

$$W = - 1820 \text{ erg.}$$

E se la normale al disco forma col campo un angolo α , sarà

$$W = - 1820 \cos^2 \alpha.$$

Si eserciterà allora sul disco una coppia di momento

$$M = \frac{dW}{d\alpha} = 1820 \text{ sen } 2\alpha$$

Questa è massima per $\alpha = 45^\circ$, ed ha in tal caso il valore

$$M = 1820 \text{ dine-centimetro}$$

cioè il disco sarà sollecitato da una coppia di circa 1,85 grammi peso-centimetro. Una coppia così rilevante deve potersi mettere in evidenza, malgrado le complicazioni dovute alle proprietà magnetiche del metallo. Sono

in corso delle esperienze per la constatazione di questo effetto elettrodinamico col bismuto e con altri metalli.

6. L'ordine di grandezza, *relativo ai diversi metalli*, della f. e. m. indotta, è per la (7) corrispondente a quello dell'effetto elettromagnetico, e perciò, in prima approssimazione, dipende dal prodotto $R\sigma$ del coefficiente di Hall per la conducibilità del metallo: prodotto che varia pei diversi metalli molto meno di R .

Ma poichè col bismuto gli effetti induttivi ottenuti non sono molto rilevanti (il galvanometro a telaio mobile subiva alla chiusura del campo una deviazione massima di circa 100 divisioni della scala), si può prevedere che l'effetto sarà accertabile nettamente, senza cure speciali, solo per pochi altri metalli, quali l'antimonio, il tellurio e forse anche il ferro.

7. Dell'effetto induttivo osservato, può darsi ancora una interpretazione più sintetica e suggestiva. Gli ioni del disco metallico, muovendosi in tutti i sensi come le molecole di un gas, si trovano sottoposti per effetto del campo magnetico supposto *crescente*, a una forza elettrica, dovuta alla variazione del campo, che tende a trascinarli *prevalentemente* lungo un cerchio concentrico al disco, e a una forza elettromagnetica, dovuta al valore attuale del campo, perpendicolare al moto, e perciò agente *con prevalenza* nel senso radiale: quest'ultimo moto sarà centripeto, com'è facile riconoscere, per entrambi gli ioni, se il campo è crescente, centrifugo nel caso opposto. A causa della loro ineguale mobilità, questa forza radiale è diversa per le due specie di ioni: essi si accumuleranno perciò in diversa misura al centro o alla periferia, opponendosi al nuovo arrivo di altri dello stesso segno qualora il circuito esterno sia aperto e non ne permetta l'uscita. L'esperienza descritta può quindi considerarsi come una vera centrifugazione magnetica degli ioni.

Fisica. — *Su alcuni nuovi modi di preparare soluzioni di Selenio colloidale*. Nota di A. POCHETTINO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

1. I metodi finora usati per la preparazione di soluzioni colloidali si possono dividere in due gruppi: metodi di condensazione, nei quali si parte da un sistema dissociato in ioni e si provoca una parziale condensazione di questi: metodi di dispersione, nei quali si parte dalla costanza compatta e con mezzi convenienti se ne spezzano i legami molecolari; al primo gruppo appartengono i metodi di riduzione, di ossidazione, di idrolisi: al secondo i metodi meccanico-chimici e gli elettrici (¹). Fra essi, quelli usati fin qui per la preparazione di soluzioni di Selenio colloidale, sono il primo del primo

(¹) The Svedberg. Herstellung Kolloider Lösungen. Dresda, 1909.