

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXII.

1915

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIV.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1915

Bisogna tener conto che la curva stessa può essere leggermente modificata, per il fatto che, sebbene si sia lavorato con grande cura, non possono essere certo state evitate quelle cause di errore che rendono incerti i valori dell'effetto Hall nei metalli anche purissimi.

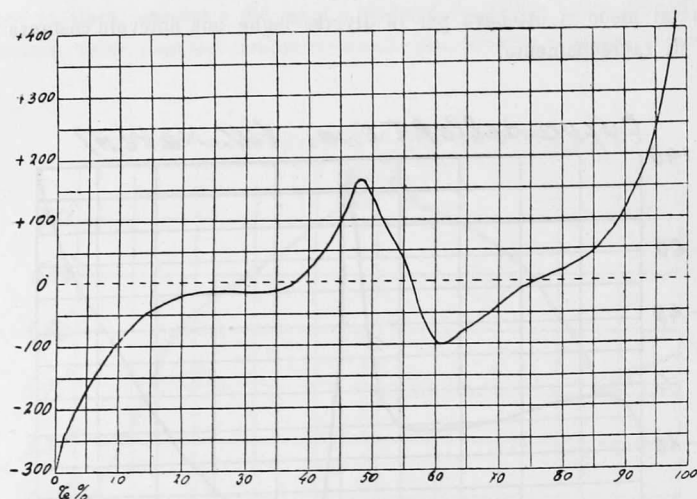


FIG. 3.

Non è lecito dai soli fatti esposti trarre delle conclusioni sulla natura dell'effetto Hall; risulta però assai probabile una strettissima relazione di esso con il potere termoelettrico e con la struttura dei conduttori.

Fisica. — *Rotazione, nel campo magnetico, di un cilindro di grafite e deduzione, per questa sostanza, del prodotto delle costanti caratteristiche di Drude.* Nota di L. TIERI, presentata dal Socio V. VOLTERRA.

1. È noto (¹) che un disco di bismuto, sospeso in un campo magnetico a 45° rispetto alle linee di forza di esso, riscaldato al centro con un pennello di luce, o in altro modo, tende a disporsi nella direzione delle linee di forza del campo. Invertendo il campo, l'azione non si inverte; se invece si scalda la periferia del disco, esso tende a disporsi in direzione normale alle linee di forza del campo.

(¹) Corbino, Rend. Acc. Lincei, V, 20, ser. 5^a, 1° sem. 1911, pag. 569.

Indicando con α l'angolo che la normale al disco fa con le linee di forza del campo, con Q la quantità di calore che nel disco fluisce dal centro alla periferia, con H l'intensità del campo, con S la superficie totale del disco, come ha dimostrato il prof. Corbino, il momento della coppia agente sul disco è dato da:

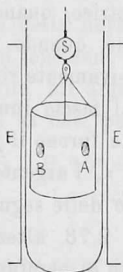
$$M = \frac{1}{2\pi} U Q S H^2 \sin 2\alpha$$

in cui U è un coefficiente caratteristico della sostanza di cui il disco è formato.

Per $\alpha = 45^\circ$:

$$M = \frac{1}{2\pi} U Q S H^2.$$

Cioè la coppia è massima quando il disco è a 45° rispetto alle linee di forza del campo.



Il coefficiente U dipende dal prodotto dello scarto della legge di Wiedemann e Franz, del coefficiente del fenomeno galvano-magnetico di Ettingshausen e della conducibilità σ della sostanza che costituisce il disco.

Ne viene di conseguenza che, per due sostanze diverse, quando siano eguali le quantità di calore che fluiscono dal centro alla periferia, le aree, e il campo, si avrà, indicando con M e M_1 i momenti delle coppie che si esercitano sui dischi, e con U e U_1 i rispettivi coefficienti delle sostanze,

$$(1) \quad \frac{M}{M_1} = \frac{U}{U_1} = \frac{\pi}{\pi_1};$$

e perciò, conoscendo per l'una sostanza il prodotto π dello scarto della legge di Wiedemann e Franz, per il coefficiente del fenomeno galvanomagnetico di Ettingshausen (effetto termico) e per la conducibilità elettrica (dal quale prodotto dipende U), e determinando sperimentalmente M e M_1 , si potrà dalla (1) ricavare il valore di π_1 : e quindi, conoscendo due dei fattori da cui dipende U , si potrà indirettamente ricavare il terzo.

2. In queste ricerche, invece di dare la forma di disco al materiale in esame, ho dato ad esso la forma di cilindro cavo. Il cilindro era sospeso fra le espansioni polari piatte $E E_1$ della grande elettrocalamita Weiss, per mezzo di un filo di bronzo fosforoso avente all'estremo inferiore una pinzetta con cui venivano afferrati 3 fili di bozzolo che reggevano il cilindro, avendo cura che il prolungamento del filo di sospensione passasse per l'asse del cilindro. Il cilindro e il filo di sospensione erano posti entro un tubo di vetro per preservare la sospensione dalle correnti di aria. L'estremità superiore del filo era fissata ad un tamburo di una bilancia di Coulomb, il quale tamburo serviva per la misura degli angoli di torsione. Le letture di piccoli angoli di torsione venivano fatte per mezzo di un raggio luminoso riflesso da uno specchietto, S rigidamente connesso col cilindro sul prolungamento dell'asse. Un fascio di luce, proveniente da una lampada ad arco, veniva concentrato nel punto medio della generatrice del cilindro, appartenente al piano tangente al cilindro a 45° rispetto alle linee di forza del campo magnetico. La forma cilindrica è certamente quella che più si presta per le mie ricerche: sia perchè, essendo tutto simmetrico, quando si eccita il campo il cilindro non subisce rotazione; sia perchè, quando il cilindro ruota sotto l'azione del flusso di calore, la zona successivamente riscaldata conserva la stessa area e la stessa orientazione rispetto al fascio luminoso.

3. Le sostanze sperimentate furono il bismuto, la grafite artificiale della « Acheson Graphite C. Niagara », l'argento ed il rame. Tali sostanze furono tornite a forma di cilindro cavo delle seguenti dimensioni: diametro esterno cm. 2,93, diametro interno cm. 2,73, altezza cm. 3,3; e vennero ricoperte esternamente di un leggero strato di nerofumo. I cilindri di rame e di argento furono provati con un campo di 6850 gauss e concentrando sul punto medio della generatrice appartenente al piano tangente al cilindro a 45° dalle linee di forza del campo, un fascio di luce proveniente da una lampada ad arco da 20 amp. a corrente continua. Tanto per l'argento quanto per il rame non ottenni alcun effetto. Sostituendo un filo di bozzolo al filo di bronzo fosforoso, ottenni delle piccole e lente rotazioni dovute verosimilmente alla variazione di permeabilità magnetica delle sostanze in esame col variare della temperatura.

Invece per la grafite l'effetto è ben netto; ed è per questa sostanza che ho paragonato l'effetto a quello del bismuto.

Per un campo costante di 3400 gauss e con un pennello di luce proveniente da una lampada ad arco ed avente sempre la stessa intensità, si ottennero per i cilindri di bismuto e di grafite i seguenti risultati:

Rotazioni in gradi del cilindro di bismuto Zona illuminata				Rotazioni in gradi del cilindro di grafite Zona illuminata			
A		B		A		B	
Campo in un senso (1)	Campo in senso contrario (2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1122°	810°	900°	764°	50'45"	53'34"	56'23"	56'23"
1116°	800°	780°	680°	53'34"	56'23"	59'13"	59'13"

Specialmente pel bismuto, le rotazioni che si ottengono invertendo il campo sono abbastanza diverse: riservandomi di esporre in seguito la causa principale a cui son dovute tali differenze, prenderò come rotazione del cilindro di bismuto la media fra le sei rotazioni ottenute: tale media è di 871° 30'; la media per le sei rotazioni ottenute nelle identiche condizioni per la grafite è di 55' 41". E perciò l'effetto nella grafite è 939 volte minore che non nel bismuto.

Indicando con D il valore della deviazione dalla legge di Wiedemann e Franz, con P il coefficiente del fenomeno galvanomagnetico di Ettingshausen e con σ la conducibilità riferita all'argento (dando alla conducibilità di questo metallo il valore 60), si sa che, per il bismuto,

$$D \cdot 10^3 = 308, \quad P \cdot 10^6 = 50, \quad \sigma = 0,8.$$

Quindi pel bismuto:

$$\pi = 308 \times 50 \times 0,8 = 12320$$

E indicando con π_1 il prodotto delle stesse costanti per la grafite, sarà:

$$\pi_1 = \frac{12320}{939} = 13.$$

E quindi per la grafite:

$$D \cdot 10^3 \times P \cdot 10^6 \times \sigma = 13.$$

Ponendo $\sigma = 0,09$ (numero che ci rappresenta la conducibilità della grafite ordinaria), se si potesse supporre che il coefficiente del fenomeno galvanomagnetico di Ettingshausen per la grafite artificiale sia dello stesso ordine di grandezza di quello del carbone (per cui $P \times 10^6 = 5$), si avrebbe:

$$D \cdot 10^3 = \frac{13}{0,09 \times 5} = 29.$$

Cioè, per la grafite artificiale, la deviazione dalla legge di Wiedemann e Franz sarebbe eguale a 0,029.

Mi riservo di estendere in seguito il metodo alla determinazione del prodotto delle costanti di Drude per altre sostanze, ed a stabilire quale grado di esattezza il metodo presenta.

4. Secondo la teoria elettronica, la rotazione subita dal cilindro in un determinato campo magnetico dovrebbe conservarsi la stessa invertendo il campo. Invece, specialmente pel bismuto, le due rotazioni sono alquanto diverse. Questa diversità va ricercata nel fatto che nella massa di bismuto, probabilmente a causa della sua struttura cristallina, nascono delle correnti termoelettriche, le quali favoriscono il moto del cilindro quando il campo ha una certa direzione, e l'ostacolano quando il campo agisce in direzione contraria.

L'esistenza di correnti termoelettriche nel bismuto, quando nella sua massa esiste uno squilibrio di temperatura, può mettersi in evidenza in diversi modi. Se in un disco di bismuto, disposto a 45° rispetto alle linee di forza del campo, si fa cadere un pennello di luce all'estremo posteriore del diametro orizzontale, esso si dispone in direzione normale al campo rotando di 45° nel verso degli indici di un orologio se guardato dall'alto; se invece lo stesso pennello di luce si fa cadere all'altro estremo dello stesso diametro, il disco ruota di 135° in senso contrario al precedente. Invertendo il campo, si invertono le rotazioni: e precisamente, riscaldando l'estremo posteriore del diametro, orizzontale il disco ruota di 135° in senso contrario agli indici di un orologio se guardato dall'alto; se si riscalda l'altro estremo dello stesso diametro, il disco ruota di 45° in senso contrario, disponendosi sempre in direzione normale alle linee di forza del campo. Tali rotazioni sono certamente dovute a correnti termoelettriche che circolano nella massa di bismuto. Un'altra esperienza, per mettere in evidenza queste correnti termoelettriche, è la seguente:

Un disco di bismuto presenta una piccola fenditura nella regione centrale e un forellino attraversa la massa di bismuto nella direzione del raggio del disco stesso, mettendo in comunicazione la fenditura con l'esterno. Attraverso il forellino radiale passa un filo di vetro al quale sono fissati nello stesso piano e perpendicolarmente due piccoli magnetini, uno dei quali viene a trovarsi nella fenditura, l'altro all'esterno del disco; allo stesso filo di vetro, nella parte che sporge dal disco, è fissato, oltre al magnetino, uno specchietto. Il sistema astatico è sospeso mediante un filo di bozzolo ed è protetto dalle correnti di aria da una canna di vetro chiusa superiormente con un turacciolo che serve anche a sorreggere la sospensione, ed inferiormente è ermeticamente chiuso da un turacciolo nel quale è praticato un taglio in cui s'incasta il disco di bismuto. La fenditura praticata nel bismuto è chiusa anteriormente e posteriormente da due laminette di vetro masticate sul bismuto. Tutto il sistema è sorretto da un sostegno che poggia su un tavolo con tre viti calanti, manovrando le quali si riesce a disporre il disco verticalmente, con

che il magnetometro viene ad essere completamente libero. Essendo il disco posto nella direzione del meridiano magnetico del luogo, il piano passante per gli aghi è nel piano del disco. Concentrando, per esempio, in un punto del disco posto a destra della fenditura un fascio di luce proveniente da una lampada ad arco da 20 amp. si rivela, per mezzo di un raggio luminoso riflesso su una scala a 10 metri di distanza dallo specchietto del magnetometro, un brusco spostamento di 4 cm. Riscaldando con lo stesso fascio un punto del disco posto a sinistra della fenditura, si ha spostamento in senso contrario.

La deviazione che si ottiene è piccola, ma si può di molto ampliare intercettando periodicamente il fascio luminoso che riscalda il disco; in modo che la zona del disco rimanga illuminata quando l'ago si sposta nel senso in cui tendono a farlo deviare le correnti termoelettriche.

5. Un altro fenomeno, che forse non va trascurato in queste ricerche, è la variazione di permeabilità che i corpi subiscono col variare della temperatura. Così pel bismuto, indicando con χ' la suscettività magnetica riferita alla massa, si ha:

$$10^6 \chi' = -1,35 \{1 - 0,00115 (t - 20)\},$$

formola dovuta al Curie e applicabile per temperature t comprese fra 20° e 273°.

Dunque pel bismuto il diamagnetismo diminuisce con l'aumentare della temperatura; ne viene di conseguenza che, quando del cilindro di bismuto si riscalda la zona A o la zona B, per la diminuzione del diamagnetismo nasce una forza che agisce in senso contrario a quella dovuta al flusso di calore.

Chimica-fisica. — *Sul potere elettromotore delle amalgame di calcio* (1). Nota II di LIVIO CAMBI, presentata dal Socio R. NASINI.

In una Nota precedente (2) mi sono occupato del potere elettromotore delle amalgame di calcio, verso soluzioni metilalcoliche di cloruro di calcio, a — 80°, soprattutto per un'indagine sulla costituzione di queste leghe concomitante a quella già compiuta con l'analisi termica (3).

Ho notato allora l'interesse ad estendere le ricerche alle amalgame degli altri metalli del gruppo del calcio per stabilire i rapporti esistenti fra le tensioni dei metalli stessi e quelle dei loro composti col mercurio. E ad estendere le misure stesse a solventi che avessero permesso di operare

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di elettrochimica del R. Istituto tecnico superiore di Milano.

(2) Questi Rendiconti, 1914, II, 606.

(3) Ibidem., pag. 599.