## ATTI

DELLA

## REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXI.

1914

SERIE QUINTA

## RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1914

GIORNO	ORA	Sforzo totale Kgr.	SPECCHIO SINISTRO		SPECCHIO DESTRO		Somma	Deformazione		Incremento della deform
			Letture	Differenze parziali	Letture	Differenze parziali	delle differenze parziali	(1)	otale (2)	riferito ad 1 kgr. di incremento dello sforzo
10 febbraio		100	1016	+117	2030	+118	+ 235		-1203	+ 2.35
"		200	1135	+119	2147	+117	+ 236		- 967	
n		400	1371	+236	2383	+ 236	+472		- 495	+ 2.36
"		600	1606	+235	2622	+ 239	+ 474		- 21	+ 2.37
"		800	1843	+ 237	2865	+ 243	+480		459	+ 2.40
n		1000	2079	+ 236	3110	+ 245	+481		940	+ 2.41
"	H 19	1200	2324	+245	3360	+ 250	+ 495		1435	+ 247
100		1		E (1.1. 194		Man. 1	areal, Bel		1011111	
	(movi	14 16	-0 000			Jan Jane			la constru	

Fisica. — L'effetto Hall longitudinale nelle leghe ferromagnetiche di rame, manganese, alluminio (1). Nota di Ottavio Bonazzi, presentata dal Corrisp. A. Battelli.

1. È ben noto che la resistenza elettrica dei conduttori cambia quando essi vengono introdotti in un campo magnetico. Tale variazione è molto grande specialmente nel bismuto, e fornisce per questo un mezzo semplice e comodo per la misura dell'intensità di un campo: ma essa riesce sensibile pure, ed è stata misurata, per molti altri metalli, sia in direzione parallela, sia in direzione perpendicolare al campo magnetico.

La teoria elettronica sembra fornirci una facile spiegazione del fenomeno. Infatti le particelle cariche, cui si pensa dovuta la convezione della corrente, sotto l'azione di un campo longitudinale più non percorrono linee rette, ma eliche; e sotto l'azione di un campo trasversale debbono percorrere delle cicloidi. Nell'un caso e nell'altro le linee di corrente hanno entro il conduttore una lunghezza più grande: e ciò porta che la resistenza di questo deve risultare, in ogni caso, aumentata.

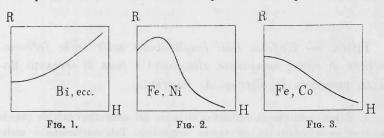
2. Ora, le esperienze eseguite coi varî metalli hanno concordemente rivelato un aumento di resistenza nella direzione parallela al campo magnetico.

Un risultato altrettanto semplice ed uniforme non si è invece avuto per le misure della variazione di resistenza in direzione perpendicolare, ossia

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di fisica dell'Università di Berlino, diretto dal prof. Rubens; completato nell'Istituto di fisica dell'Università di Pisa, diretto dal professore A. Battelli.

— secondo la denominazione di Nernst (1) — per le misure dell'effetto Hall longitudinale. Infatti, mentre per molte sostanze (bismuto, cadmio, zinco, mercurio, carbone, argento, oro, rame, stagno, palladio, piombo, platino, tantalio) è stato trovato anche in questo caso aumento di resistenza (fig. 1) (potrebbe dirsi: effetto Hall longitudinale positivo), pei metalli ferromagnetici (ferro, acciaio, nichel, cobalto), risultò invece una diminuzione di resistenza (effetto Hall longitudinale negativo) già nelle ricerche di lord Kelvin del 1856 (2).

Ricerche ulteriori di altri sperimentatori hanno poi mostrato come possa talora ottenersi anche con metalli magnetici un aumento, usando campi sufficientemente deboli. Più precisamente, in certi campioni di ferro e nel nichel (fig. 2) l'effetto Hall longitudinale con campi deboli è positivo; va crescendo col campo fino ad un massimo, oltre il quale decresce e poi si annulla; con



campi più intensi diventa negativo (3). Nel cobalto, e in altri campioni di ferro, si riscontra effetto negativo fin dalle prime misure coi campi più deboli (fig. 3).

La teoria elettronica — come ho accennato — offre diretta spiegazione del solo effetto Hall longitudinale positivo. Viene perciò spontaneo di pensare che l'aumento di resistenza sia in ogni caso il modo più genuino di presentarsi del fenomeno; e che il contegno caratteristico dei materiali magnetici sia da attribuirsi alla sovrapposizione di altri fenomeni — talora più intensi del primo e, quindi, capaci di mascherarlo — dipendenti dallo stato di magnetizzazione.

Questi risultati io ho dovuto qui riassumere, onde si possa ben comprendere lo scopo e la portata della ricerca da me eseguita sulle leghe di Heusler.

3. Delle leghe magnetiche composte di rame, manganese, alluminio, scoperte da Heusler, sono state studiate ormai quasi tutte le proprietà fisiche,

<sup>(1)</sup> Nernst, Ann. der Phys., 31, 783 (1887).

<sup>(2)</sup> Thomson, Math. a. Phys. Pap., II, 307.

<sup>(3)</sup> Grunmach, Ann. der Phys., 22, 141 (1907).

senza che però si sia potuto concludere in modo abbastanza sicuro sulla causa che provoca le proprietà ferromagnetiche nell'unione di quei tre metalli non ferromagnetici.

Particolarmente importante per tal proposito deve riuscire lo studio di alcune proprietà che sono intimamente connesse coi fenomeni magnetici: quali, ad esempio, l'effetto Joule, l'effetto Hall vero e proprio (trasversale), l'effetto termomagnetico, l'effetto Kerr, e l'effetto Hall longitudinale.

Orbene, di questi fenomeni, i primi quattro erano già studiati anche nelle leghe dl Heusler, e si erano ottenuti i seguenti risultati:

- 1°) L'effetto Joule è in quesle leghe inverso, ossia essendosi sperimentato solo con campi abbastanza deboli (¹) è quale si presenta pure nel ferro e nell'acciaio.
- 2°) Anche in riguardo all'effetto Hall trasversale ed all'effetto termomagnetico (²), le leghe di Heusler si comportano nettamente come gli altri materiali ferromagnetici.
- 3°) Sembrano invece discostarsene del tutto relativamente all'effetto Kerr (3), il quale in esse non si è potuto rivelare.

Io mi sono proposto di ricercare se le leghe in discorso si schierino, oppure no, col ferro, nichel, cobalto, in rispetto all'effetto Hall longitudinale, ossia in rispetto alla variazione di resistenza elettrica in un campo magnetico trasversale.

E qui riferisco i risultati da me ottenuti.

4. Data la grandissima difficoltà che offre la lavorazione meccanica di queste leghe, ho dovuto limitare la ricerca allo studio di un solo campione, scelto fra tanti come il meno fragile e il più duttile. La sua composizione centesimale, determinata coll'analisi chimica, era:

Cu 72 : Mn 18 : Al 10 .

Aveva proprietà magnetiche molto spiccate.

Dapprima coll'aiuto di una potente trafila, in seguito col lavoro a mano di un meccanico specialista, si potè ridurre la lega in forma di filo di un decimo di millimetro di diametro. Due pezzi di questo filo, lunghi circa 70 cm., furono accoppiati saldandoli insieme ad un estremo, e furono avvolti insieme a spirale piana, isolati fra loro, frapponendo tra le varie spire una strisciolina di carta (fig. 4). Il rocchettino così formato equivaleva dunque all'insieme di due spirali piane, unite in serie pel loro estremo centrale; ed

<sup>(1)</sup> Austin, Verh. der. deut. phys. Ges., 6, 211 (1904).

<sup>(2)</sup> Zahn e Schmidt, Verh. d. deut. phys. Ges., 9, 98 (1907).

<sup>(3)</sup> Ingersoll, Phil. Mag., 11, 41 (1906).

il coefficiente d'induzione di un tal rocchettino per un campo magnetico trasversale (cioè in direzione dell'asse) era addirittura nullo.

Aveva una resistenza di ohm 109,962 a 10°.

5. Introdotto il rocchettino fra i poli di un elettromagnete, ne ho misurato la resistenza con eccitazioni del magnete gradatamente crescenti. In una prima serie di misure ho adoperato, per campi magnetici deboli, una elettrocalamita a due rocchetti verticali, con estremità polari piane, parallele; nella seconda serie di misure, per campi più intensi, ho usato un grosso elettromagnete tipo Weiss, con estremità polari a tronco di cono, del diametro estremo di 20 mm.

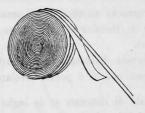


Fig. 4.

In un caso e nell'altro la distanza dei poli era di mm. 5; nell'interstizio fissavo il rocchettino di lega Heusler, col suo asse (lungo mm. 2) nella direzione delle linee di forza del campo.

Ambedue gli elettromagneti erano stati preventivamente campionati per quella data distanza fissa dei loro poli: era stata cioè determinata — mediante le variazioni di resistenza di una spirale di bismuto tarata, di Hartmann e Braun — l'intensità del campo magnetico pei varî valori dell'intensità di corrente eccitante.

Le misure di resistenza sono state eseguite col comune metodo del ponte di Wheatstone. La cifra dei centesimi di ohm venne determinata direttamente; quella dei millesimi fu calcolata per interpolazione dalle due deviazioni che si avevano nel galvanometro in senso opposto, aggiungendo o togliendo un centesimo di ohm.

Le misure con campi intensi dovettero esser fatte ad intervalli di parecchie ore l'una dall'altra, poichè il calore sviluppantesi nell'elettromagnete si propagava ben presto al rocchettino di lega Heusler e ne alterava notevolmente e rapidamente la resistenza in una misura difficile a computarsi. In tal modo però le determinazioni successive venivano fatte con temperatura dell'ambiente — e quindi anche della lega — sensibilmente diversa ogni volta: e perciò i risultati hanno dovuto poi esser ridotti tutti ad un'unica temperatura, che fu quella di 10°.

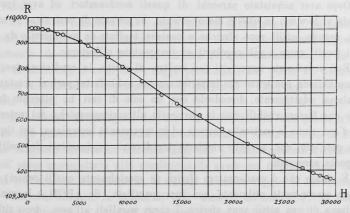
PRIMA SERIE DI MISURE.

Intensità del campo magnetico gauss	Resistenza della lega a 10° ohm	Intensità del campo magnetico gauss	Resistenza della lega a 10° ohm
0	109,962	1820	109,951
300	961	2920	940
720	960	3480	932
1000	959	4960	905
1470	953	5850	890

## SECONDA SERIE DI MISURE.

Intensità di corrente nel- l'elettromagnete ampère	Intensità del campo magnetico gauss	Resistenza della lega a 10° ohm	Intensità di corrente nel- l'elettromagnete ampère	Intensità del campo magnetico gauss	Resistenza della lega a 10 <sup>4</sup> ohm
0,8	6700	109,872	3,2	18810	109,561
0,9	7630	848	4,4	21140	503
1,1	9160	808	6,3	23590	459
1,2	9870	798	10,3	26760	. 410
1,4	11150	750	12,4	27770	39 <b>3</b>
1,7	12950	698	14,4	28500	380
2,0	14500	658	16,5	29080	375
2,5	16680	615	20,9	29940	364

6. I risultati delle due serie di misure sono riportati nelle due tabelle qui unite, e rappresentati nel grafico della figura 5.



F16. 5

Noi vediamo dunque che la lega in studio presenta una diminuzione di resistenza; diminuzione gradualmente maggiore per campi magnetici via via più intensi. Col campo massimo raggiunto nelle misure, di 30.000 gauss, la diminuzione di resistenza importa 0,6 ohm, corrispondente ad una diminuzione relativa di 5,4 .  $10^{-3}$ .

Ora, poichè la diminuzione di resistenza per un campo magnetico transversale, ossia l'effetto Hall longitudinale negativo, è — come ho ricordato prima — caratteristica dei materiali ferromagnetici, noi concludiamo così che anche in riguardo a questo fenomeno le leghe di Heusler possono classificarsi insieme colle altre sostanze ferromagnetiche. Più precisamente, esse si comportano, almeno in modo qualitativo, come il cobalto e come alcuni campioni di ferro.

Non rimane, così, che un solo fenomeno, l'effetto Kerr, che contraddistingue le leghe magnetiche di rame, manganese, alluminio, dagli altri materiali magnetici. Senonchè le esperienze in proposito sono state eseguite finora da un solo sperimentatore; onde, per la loro importanza, meriterebbero ulteriore conferma.

Fisica. — Intorno ad un condensatore sserico o conico per l'illuminazione laterale nei microscopii. Nota di G. Guglielmo, presentata dal Socio P. Blaserna.

I varî condensatori usati in microscopia per l'illuminazione laterale a fondo oscuro, sono costruiti per scopi e condizioni ben determinate e sono destinati principalmente ai medici e naturalisti, ed un fisico in molti casi non può giovarsene.

Dopo aver acquistato parecchi di questi condensatori ed aver trovato ostacolo al loro uso in questo inconveniente, ho cercato di costruirne in modo facile, usando sottili zone sferiche o coniche, tagliate da palloncini o da imbutini (scelti come i più regolari) ed inargentate all'esterno.

Essi erano certo imperfetti (ed inoltre, di solito, le condizioni teoriche d'illuminazione non erano che imperfettamente soddisfatte) però si prestavano a qualsiasi adattamento, dimodochè con un solo di essi ho ottenuto facilmente che fossero visibili così le particelle ultramicroscopiche del vetro rubino d'oro, come le particelle sospese ed in movimento browniano, nei tiquidi e nei gaz, ciò che avrebbe richiesto tre diversi condensatori dei soliti e non pochi accessorii.

È chiaro che i condensatori sferici (e specialmente quelli conici) non possono essere usati utilmente con luce parallela. Se ABCD è la sezione meridiana di una sottil zona sferica, i raggi paralleli all'asse, dopo riflessi dall'arco AB, si concentreranno in un breve arco di caustica molto lontano