

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVIII.

1911

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XX.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1911

Fisica. — *Influenza delle scariche oscillatorie sulla rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali di fili di ferro* <sup>(1)</sup>.  
Nota riassuntiva del prof. ERNESTO DRAGO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

1. Sull'influenza esercitata dalle perturbazioni meccaniche ed elettromagnetiche sui cicli d'isteresi magnetica e magnetoelastica, sono state eseguite numerose ricerche, i cui risultati principali espone con molta chiarezza il Rossi <sup>(2)</sup> nelle sue interessanti Memorie sul *convectore*. Egli fa osservare che per causa delle suddette perturbazioni tali cicli diminuiscono di area, e ricorda in proposito le esperienze di Piola e Tieri <sup>(3)</sup> sul ciclo limite e sulla tendenza del medesimo verso la curva limite di magnetizzazione stabile, la quale dimostra anche il possibile annullamento completo d'isteresi per perturbazioni meccaniche o magnetiche di ampiezza sufficiente. Tale curva di magnetizzazione anisteretica passerebbe per i punti neutri analoghi a quelli trovati dall'Ascoli <sup>(4)</sup> per l'urto. Dopo i lavori notevoli di Sella e Tieri <sup>(5)</sup>, altre ricerche relative all'influenza delle scariche oscillatorie e del magnetismo sull'isteresi elastica del ferro per trazione, sono state eseguite da Grimaldi ed Accolla <sup>(6)</sup>. Gli autori trovarono che l'isteresi elastica di un filo di ferro ricotto presenta una diminuzione che va dal 26 al 36 % per azione delle scariche oscillatorie, ed una diminuzione analoga del 24 al 30 % per influenza della magnetizzazione e per campi che non permettono la saturazione magnetica del filo.

Con tutti questi fenomeni descritti si collegano i risultati delle ricerche di altri sperimentatori sull'effetto prodotto dalla magnetizzazione nello smorzamento delle oscillazioni elastiche di un filo di ferro. È noto <sup>(7)</sup> che tale smorzamento può attribuirsi a quella medesima causa che produce i fenomeni d'isteresi elastica, e la dissipazione d'energia per attrito interno sa-

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nell'Istituto Fisico della R. Università di Catania, diretto dal prof. G. P. Grimaldi.

<sup>(2)</sup> Atti Ass. Elett. Ital., vol. XIII, 1909, pag. 323 e 555.

<sup>(3)</sup> Rend. Acc. Lincei, vol. XV, 1906, 1° sem., pag. 566.

<sup>(4)</sup> Nuovo Cimento, vol. III, 1902, pag. 5; Atti Ass. Elett. Ital., 1905, pag. 30.

<sup>(5)</sup> Rend. Acc. Lincei, vol. XII, 1903, 1° sem., pag. 340 e 2° sem., pag. 186; Memorie Lincei (5) 5, 1905, pag. 580; Rend. Acc. Lincei, vol. XV, 1906, 1° sem., pag. 164 e 2° sem., pag. 94; vol. XVII, 1908, 1° sem., pag. 597 e 2° sem., pag. 204.

<sup>(6)</sup> Atti Acc. Gioenia di Catania, serie 5<sup>a</sup>, vol. II, 1909, Memoria XIV.

<sup>(7)</sup> Cantone, Nuovo Cimento, vol. I, 1895, pag. 23.

rebbe determinata dal lavoro consumato del corpo oscillante nel compiere i successivi cicli. Dopo i risultati negativi di Klemenčič (1) relative all'influenza della magnetizzazione longitudinale sul decremento logaritmico delle oscillazioni di un filo di ferro, H. Tomlinson (2) istituì delle ricerche sullo stesso argomento, dalle quali credette di poter concludere che il decremento logaritmico delle oscillazioni torsionali di un filo di ferro cresceva in un campo magnetico longitudinale costante.

Ulteriormente nel 1902 Gray e Wood (3), studiando l'azione di un tale campo sull'attrito interno dei fili di nichel, ferro ed acciaio, trovarono invece che lo smorzamento delle oscillazioni torsionali di un filo di ferro diminuiva. Questo risultato contrario a quello già trovato da Tomlinson venne attribuito dagli autori alla notevole dipendenza dell'effetto studiato dall'ampiezza, ma intanto dalle loro prove fatte in proposito non furono in grado di poter concludere se l'effetto cambiasse segno per ampiezze piccole. Ancora altre ricerche (4) furono eseguite dai predetti autori sull'influenza del campo magnetico longitudinale costante nella rapidità dello smorzamento delle oscillazioni torsionali di fili di ferro o di nichel ricotti, e dai risultati ottenuti conclusero che il ripetuto processo di stiramento alla filiera e di ricottura rende il filo di ferro molto più influenzabile dal campo magnetico. Recenti esperienze sono state eseguite da Bouasse e Carriere (5) sullo stesso argomento. Come nelle esperienze finora descritte, il filo di ferro era circondato da un solenoide avvolto sopra un tubo a doppia parete nella cui intercapedine scorreva acqua per impedire ogni elevazione di temperatura. Si comparavano gli smorzamenti con o senza corrente nel solenoide e si trovò che le perdite erano più piccole quando la corrente passava nel solenoide.

2. Le ricerche da me innanzi tutto istituite riguardano l'influenza che le scariche oscillatorie hanno sopra la rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali di fili di ferro. Per tale scopo furono adoperati fili ricotti di 0,3 mm. di diametro e di 20 cm. di lunghezza, scelti fra quelli che mi diedero ottimi risultati in precedenti ricerche (6). Il filo nuovo sottoposto ad esperimento era sospeso nell'asse di una spirale magnetizzante (7) lunga 40 cm., e quindi soggetto alla componente verticale del campo magnetico

(1) Beiblätter, III, 1879, pag. 456.

(2) Phil. Trans., 1888, A, vol. 179, pag. 1.

(3) Proc. Roy. Soc., vol. LXX, 1902, pag. 294.

(4) Proc. Roy. Soc., vol. LXXIII, 1904, pag. 286.

(5) Ann. de Chimie et de Physique, vol. 14, 1908, pag. 222.

(6) Rend. Acc. Lincei, vol. XVIII, 1909, pag. 112.

(7) Furono adoperate tre spirali di filo di rame di 0,8 mm. di diametro avvolto sopra un tubo di vetro, delle quali la 1<sup>a</sup> aveva 40 mm. di diametro, la 2<sup>a</sup> 19 mm. e la 3<sup>a</sup> 13 mm. Si ebbe cura di coprire l'avvolgimento di filo con paraffina e di isolare con questa accuratamente tutti i fili di conduzione.

terrestre. Le sue estremità erano opportunamente saldate a due cilindretti d'ottone di 3 mm. di diametro, di cui uno poteva essere fissato mediante vite ad un cilindro di ottone di 5 mm. di diametro e di 13 cm. di lunghezza, mentre l'altro era rigidamente incastrato in una ghiera metallica fermata con mastice ad un estremo di una canna di vetro di 4 mm. di diametro e di 19 di lunghezza. Il detto cilindro d'ottone era a sua volta fermato con vite in un blocco di bronzo che mediante cuscinetti metallici e viti poteva essere collocato su di una mensola fissata al muro. All'estremo inferiore della predetta canna di vetro era opportunamente adattato a vite un oscillatore costituito da una sbarra parallelepipedica di bronzo ( $31 \times 0,59 \times 0,128$  cm<sup>3</sup>) graduata in mm., sulla quale potevano disporsi ad egual distanza dal centro due pesi eguali cilindrici d'ottone (ciascuno del peso di gr. 212,5) muniti di coltelli di sospensione e formati da due pezzi a vite pesanti rispettivamente il 1° gr. 104,2 ed il 2° gr. 108,3. Così poteva variarsi la tensione del filo, la quale però in questa prima serie di ricerche ebbe complessivamente il valore costante di gr. 644,1. I pesi erano collocati sulla sbarra alla massima distanza dal centro (15,5 cm.), perchè il periodo d'oscillazione fosse abbastanza lungo ed in tal caso riuscissero sufficientemente piccoli i disturbi dovuti alle eventuali correnti di Foucault ed alla resistenza dell'aria. Le ampiezze d'oscillazione venivano osservate con il solito metodo dello specchio e cannocchiale.

Per proteggere l'oscillatore dalle perturbazioni dovute alle correnti d'aria, lo si chiudeva in una cassa di legno con due pareti di vetro a faccie piane e parallele, e per destare le oscillazioni torsionali del filo <sup>(1)</sup> servivano due tubetti di vetro, disposti con le aperture di fronte agli estremi della sbarra oscillante e comunicanti con due tubi di gomma. Soffiando nell'uno o nell'altro di questi si metteva in movimento il sistema oscillante nel senso voluto e guardando contemporaneamente nel cannocchiale si regolava a piacere l'ampiezza iniziale d'oscillazione. Un bicchiere con acido solforico serviva a rendere secco l'interno della cassa.

Per produrre le scariche oscillatorie era adoperato il solito dispositivo classico. I poli del secondario di un rocchetto d'induzione erano collegati con la spirale magnetizzante e con uno spinterometro in serie con la medesima. In derivazione con questi era disposto un condensatore costituito da sei grandi bottiglie di Leyda. La distanza fra le sferette dello spinterometro, tenute sempre pulite, era variabile; in generale veniva regolata in modo da rendere sufficientemente grande l'ampiezza delle scariche oscillatorie. Si distinguevano facilmente dall'aspetto e dal rumore le buone e le cattive scintille.

Furono fatte delle esperienze preliminari per vedere se lo smorzamento delle oscillazioni torsionali del filo di ferro fosse costante o subisse delle

(<sup>1</sup>) *Philosoph. magaz.*, vol. 13, 1907, pag. 62.

variazioni, e perciò si contava il numero delle oscillazioni comprese fra le deviazioni 340 e 280 lette sulla scala e corrispondenti alle ampiezze  $7^{\circ}29'38''$  e  $6^{\circ}13'$  rispettivamente. Nel quadro seguente è indicata nella prima colonna la data e l'ora dell'esperienza, nella seconda la temperatura T data da un termometro adattato in vicinanza del filo di ferro <sup>(1)</sup> nell'interno della spirale, nella terza il numero N delle oscillazioni.

Data ed ora delle esperienze	T	N
11 aprile 1910 — 17 <sup>h</sup> . . . .	17°2	63
13 " " — 17 . . . .	18°3	69
14 " " — 17 . . . .	18°0	71
25 " " — 17 . . . .	19°8	73
10 maggio " — 17 . . . .	20°5	73

Così si aspettava che le particelle del filo avessero raggiunto la loro posizione di riposo <sup>(2)</sup>, perchè, come è noto, un corpo elastico, sottoposto a deformazione, mostra in principio fenomeni variabili, ma finalmente si va accomodando in uno stato normale <sup>(3)</sup>. Anche Tomlinson <sup>(4)</sup> prima d'incominciare le osservazioni definitive assoggettava il filo ad oscillazioni preliminari di prova, non solo per diminuire l'attrito interno, ma anche per renderlo più costante. Per riuscire meglio in questo intento egli riscaldava il filo a 100°, poi lo raffreddava e ripeteva questo processo per un periodo di tempo variabile da qualche settimana a due mesi.

In tutti i risultati sperimentali esposti nel presente lavoro si teneva conto semplicemente dello smorzamento complessivo dovuto all'aria ed all'attrito interno, poichè, come si sa, sarebbe difficile ottenere valori assoluti dei decrementi relativi per lo smorzamento dovuto soltanto all'attrito interno, valori che d'altra parte interessano molto meno, che le loro variazioni in funzione delle deformazioni che s'impongono al filo. Ora, indipendentemente da qualsiasi ipotesi relativa alla resistenza dell'aria, questa resta costante da un'esperienza all'altra per uno stesso periodo e per una stessa ampiezza d'oscillazione <sup>(5)</sup>.

3. Nelle prime esperienze eseguite si notò un aumento nella rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali del filo di ferro sotto l'azione delle scariche oscillatorie. Nel quadro seguente è indicata nella prima colonna la data e l'ora dell'esperienza, nella seconda i numeri delle oscilla-

<sup>(1)</sup> Chiamo N. 1 il filo di ferro adoperato in queste esperienze.

<sup>(2)</sup> Ann. der physik u. chemie, II, 1877, pag. 59.

<sup>(3)</sup> Winkelmann, Handbuch der physik, Band I, pag. 817.

<sup>(4)</sup> Proc. Roy. Soc., vol. XL, 1886, pag. 343 e Phil. Trans., 1886, pag. 771.

<sup>(5)</sup> Bouasse, *Course de physique*, Première partie, p. 184.

zioni torsionali del filo nel campo magnetico terrestre compresi fra gli anzidetti limiti d'ampiezza, e nella terza i medesimi numeri contati sotto l'azione delle scariche oscillatorie.

Data ed ora delle esperienze	Senza scariche	Con le scariche
10 maggio 1910 — 17 <sup>h</sup> . . . .	73	62
11 " " — 18 . . . .	65	57
13 " " — 17 . . . .	75	65
14 " " — 17 . . . .	72	63
19 " " — 18 . . . .	78	72
21 " " — 18 . . . .	79	69
23 " " — 74 . . . .	78	71

È da osservare che durante queste prime prove avvenivano delle scariche secondarie nella spirale magnetizzante <sup>(1)</sup>, per il qual motivo si credeva opportuno sospendere le esperienze per accomodare la disposizione sperimentale. Ed infatti emerse da nuove ricerche che se non avvenivano nel circuito scariche secondarie e se l'interruttore funzionava con molta regolarità si avevano risultati opposti a quelli ottenuti precedentemente, e cioè una diminuzione della rapidità di smorzamento per influenza delle scariche oscillatorie. In proposito giova notare che Grimaldi ed Accolla per ottenere risultati concordanti nelle loro ricerche ponevano speciale attenzione per il regolare funzionamento dell'interruttore. Nella seguente tabella A si trova nelle prime tre colonne ciò che è rispettivamente riportato nel quadro precedente, mentre l'ultima colonna contiene i numeri delle oscillazioni contati immediatamente dopo che sul filo avevano agito le scariche oscillatorie.

TABELLA A

Data ed ora delle scariche	Senza scariche	Con le scariche	Senza scariche
15 giugno 1910 — 18 <sup>h</sup> . . . .	74	96	69
18 " " — 17 . . . .	80	97	75
20 " " — 18 . . . .	77	98	85
21 " " — 17 . . . .	83	98	80
24 " " — 18 . . . .	79	88	70
27 " " — 18 . . . .	78	99	78

4. Mentre erano osservate le oscillazioni del filo, si notava una torsione della estremità libera del medesimo sotto l'azione delle scariche oscillatorie,

<sup>(1)</sup> Molte volte si avevano delle scariche fra le armature di qualche bottiglia di Leyda. Esse causavano anche un aumento di smorzamento.

corrispondente in media ad 1,3 divisioni della scala. Generalmente la detta estremità (vista di sopra) si torceva nel senso inverso delle lancette di un orologio, e ciò avveniva temporaneamente finchè agivano le scariche. Fu anche notato uno spostamento quasi sempre permanente della posizione di equilibrio facendo agire le scariche nella spirale magnetizzante, mentre il filo era in quiete. Tali fenomeni si osservavano ancora inviando nella suddetta spirale una corrente alternata a 50 periodi (4 Ampère) ed erano anche percettibili con corrente costante <sup>(1)</sup>. Da opportune esperienze istituite in proposito risultò che i fatti descritti non potevano attribuirsi a cause secondarie <sup>(2)</sup>, ma dovevano ricondursi ai noti fenomeni d'influenza della magnetizzazione sulla torsione <sup>(3)</sup>. In effetti si teneva il filo torto per alcuni minuti in un determinato senso, così al cessare della forza deformatrice il filo cercava di tornare, oscillando, alla sua posizione di riposo, ritenendo una deformazione residua. Questa diminuiva per azione delle scariche oscillatorie e delle correnti alternate.

Quanto allo spostamento della posizione di riposo del filo, l'azione di campi longitudinali poteva modificare la debole torsione esistente nel filo a causa delle operazioni di saldatura e di montatura dell'apparecchio <sup>(4)</sup>. Infatti in una esperienza fatta appositamente dopo di aver saldato il filo di ferro sottosopra, si invertì il senso dello spostamento della posizione di riposo sotto l'azione delle scariche oscillatorie.

5. Per studiare l'influenza della temperatura sulla rapidità di smorzamento predetta, si circondava il filo di ferro con un refrigerante di vetro su cui si trovava avvolta la spirale magnetizzante e come già si è detto, veniva adattato un termometro accanto il filo. Dentro il refrigerante circolava una corrente di vapore acqueo e si contavano le oscillazioni dopo che la temperatura aveva raggiunto il suo stato stazionario.

Sebbene vari sperimentatori <sup>(5)</sup> avessero studiato la variazione del decremento logaritmico a diverse temperature, pure mi sembrò opportuno esaminare l'influenza della temperatura per i fili di ferro da me cimentati.

Nella prima colonna del seguente prospetto è indicata al solito la data e l'ora dell'esperienza, nella seconda il corrispondente numero *N* delle oscillazioni, osservato fra i soliti limiti d'ampiezza alle temperature *T* date della terza colonna:

<sup>(1)</sup> Tomlinson, Gray e Word, Bouasse, non parlano di tali fenomeni.

<sup>(2)</sup> Effetto termico, influenza del nucleo del rocchetto, attrazioni elettrodinamiche.

<sup>(3)</sup> Wied. Elektrizität, Band 3, 1895, pp. 790, 793, 801.

<sup>(4)</sup> Wied. loc. cit., pag. 792. A. G. Rossi, loc. cit., pag. 345.

<sup>(5)</sup> Winkelmann, loc. cit., pag. 826.

Data ed ora delle esperienze	N	T
13 luglio 1910 — 18 <sup>h</sup> . . .	81	26°5
28 " " — 18 . . .	56	98°6
10 agosto " — 8 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> . . .	56	98°8
10 " " — 9 . . .	55	"
11 " " — 9 . . .	56	"
11 " " — 16 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> . . .	56	"
12 " " — 8 30 . . .	56	98°6
12 " " — 16 20 . . .	68	27°6
13 " " — 16 40 . . .	70	26°4
13 " " — 17 15 . . .	72	26°3
15 " " — 9 36 . . .	74	26°2
18 " " — 8 15 . . .	76	26°2
19 " " — 17 . . .	79	29°5
13 settem. " — 16 55 . . .	77	23°0

Risulta in tal modo che il riscaldamento a circa 100° aumenta notevolmente l'attrito interno, e, dopo il raffreddamento, il ritorno allo stato iniziale si effettua con un'estrema lentezza <sup>(1)</sup>.

Per avere un'idea dei cambiamenti d'attrito interno con piccole e rapide variazioni termiche, si mandava nel refrigerante una corrente d'acqua calda a diverse temperature e contemporaneamente si contava il numero delle oscillazioni fra i soliti limiti d'ampiezza. Per esempio in una delle numerose esperienze così eseguite, si contarono 75 oscillazioni con la temperatura ambiente di 24° e 64 quando circolava nel refrigerante acqua calda, la cui temperatura durante la prova variò da 31°8 a 31°4.

Dopo aver quindi trovato che le piccole e rapide variazioni termiche aumentavano la rapidità di smorzamento, fu necessario esaminare le variazioni medesime quando la spirale magnetizzante era attraversata dalle scariche oscillatorie. Nell'esperienza del 22 settembre 1910 ad 8<sup>h</sup> si trovò una temperatura di 21° nell'interno della spirale. Si eccitarono le scariche e si aspettò che l'equilibrio fosse raggiunto, ciò che avvenne rapidamente. Ad 8<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> (poco più del tempo che si richiedeva per contare le oscillazioni) la temperatura era già 23°9, ed in seguito rimase costante. Per rendere più piccolo tale effetto termico veniva inviata nel refrigerante una corrente d'olio presente o di petrolio a seconda delle esperienze <sup>(1)</sup>. Con l'effetto termico

<sup>(1)</sup> Bouasse et Carrière, loc. cit., pag. 291.

<sup>(2)</sup> Facendo passare nel refrigerante una corrente d'acqua, si rendeva evidente l'azione protettiva di questa contro le perturbazioni elettromagnetiche. Il numero delle oscillazioni in diverse esperienze variava poco con le scariche oscillatorie (circa il 3%).



trascurabile si fecero delle ricerche contando i numeri delle oscillazioni fra limiti d'ampiezze più grandi dei soliti e cioè fra  $8^{\circ}28'55''$  e  $7^{\circ}29'38''$ . I risultati sono consegnati nella seguente tabella B compilata come la precedente tabella A:

TABELLA B

Data ed ora delle esperienze	Senza scariche	Con le scariche	Senza scariche
29 settembre 1910 — 17 <sup>h</sup> . . . . .	60	76	—
1 ottobre " — 8 . . . . .	64	73	—
1 " " — 17 . . . . .	62	74	59
2 " " — 9 . . . . .	64	70	52
4 " " — 17 . . . . .	59	75	61

Nelle successive esperienze furono adoperati gli oscillatori di Lodge e di Righi, ed anche con questi apparecchi si trovò una diminuzione della rapidità di smorzamento.

**Chimica-Fisica.** — *Ricerche chimico-fisiche sui liquidi animali.* Nota IV. *Sulla tecnica del metodo elettrometrico per lo studio della reazione dei liquidi dell'organismo* <sup>(1)</sup>. Nota del dott. G. QUAGLIARIELLO, presentata dal Corrispondente F. BOTTAZZI.

L'applicazione del metodo delle pile a concentrazione per lo studio della reazione ai liquidi dell'organismo è stata feconda di risultati per la Fisiologia, e può dirsi che un nuovo capitolo si è aperto alla indagine degli studiosi sull'equilibrio fra basi e acidi nell'organismo animale, capitolo in cui, se molto è stato già fatto, grazie alle originali ricerche di L. J. Henderson <sup>(2)</sup>, molto ancora resta da fare, sia come lavoro analitico (raccolta di nuovi dati), sia come lavoro di sintesi e di interpretazione.

Ed è perciò che, per consiglio del prof. Bottazzi, mi propongo di portare il mio contributo sperimentale a tale importante argomento.

La maggior difficoltà che s'incontra nell'applicazione pratica del metodo elettrometrico è costituita dal potenziale di diffusione che si stabilisce fra il liquido in esame e il liquido campione.

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisiologia sperimentale della R. Università di Napoli.

<sup>(2)</sup> L. J. Henderson, *Das Gleichgewicht zwischen Basen und Säuren im tierischen Organismus.* *Ergebn. d. Physiol.*, VIII, 254, 1909.