

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 e delle onde elettriche sulla rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali di fili di ferro* (1). Nota riassuntiva del prof. ERNESTO DRAGO, presentata del Socio P. BLASERNA.

6. In tutte le ricerche riferite in una Nota precedente molte volte dovevano rigettarsi i risultati ottenuti perchè mancava il funzionamento regolare della disposizione sperimentale. Per tale ragione si pensò di modificare il circuito delle scariche oscillatorie adoperando un rocchetto di 30 cm. di scintilla ed un interruttore Foucault. Le serie di osservazioni consegnate nella seguente tabella furono eseguite contando come al solito il numero delle oscillazioni semplici torsionali eseguite dal filo di ferro perchè l'ampiezza da 7°29'38" si riducesse a 6°13'.

Data ed ora delle esperienze	Senza scariche	Con le scariche	Senza scariche
19 ottobre 1911 — 8 ^h	78 (2)	87	70
19 " " — 14	64	82	72
20 " " — 14	62	72	64
25 " " — 15	64	76	70
26 " " — 8	78	88	69
26 " " — 15	72	83	70
27 " " — 13 ^h 30 ^m	65	68	67
29 " " — 15	62	70	61

7. Dalle numerose esperienze emerse che non la sola regolarità del funzionamento della disposizione sperimentale aveva influenza sulla rapidità dello smorzamento delle oscillazioni torsionali del filo di ferro, ma la rapidità stessa con cui si succedevano le scariche oscillatorie. Ed in proposito mi pare opportuno ricordare che Tomlinson trovava *sempre aumenti* di attrito interno del filo di ferro inviando nel solenoide magnetizzante: 1° *corrente continua*, 2° *corrente intermittente*, 3° *corrente invertita*. L'autore concluse dalle sue ricerche che l'aumento raggiungeva un massimo quando gli inver-

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto Fisico della R. Università di Catania.

(2) Le esperienze esposte nella seguente Nota sono state eseguite con un filo di ferro n. 2.

timenti di corrente erano fatti al principio ed alla fine di ogni oscillazione semplice. Tutto ciò m'indusse a cercare in qual modo fosse modificata la rapidità di smorzamento quando s'inviavano nella spirale magnetizzante serie di scariche oscillatorie separate da pause più o meno lunghe. Per tale scopo s'interrompeva a mano la corrente nel primario del rocchetto ad intervalli costanti di tempo che venivano segnati da un metronomo.

Le curve della fig. 1 mostrano l'andamento generale di detta modificazione e sono state costruite prendendo come ascisse numeri proporzionali alle ampiezze d'oscillazione e per ordinate i numeri corrispondenti delle oscillazioni, contate dall'ampiezza iniziale di $7^{\circ}29'38''$.

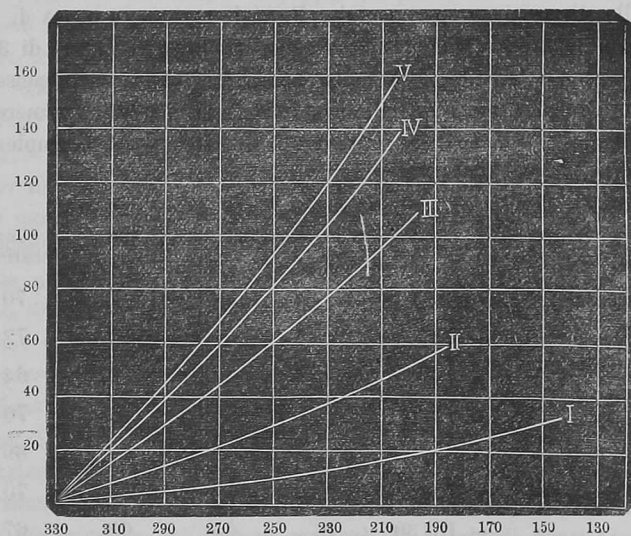


FIG. 1.

La curva I è stata ottenuta con l'inviare la serie di scariche oscillatorie nella spirale magnetizzante al principio ed alla fine di ogni oscillazione semplice del filo e cioè ad intervalli di tempo di $17^{\text{s}},80$. Essa corrisponde allo smorzamento massimo. La curva II rappresenta l'andamento della rapidità di smorzamento quando i treni di scariche oscillatorie s'inviavano ad intervalli costanti di 4^{s} , e la curva III ad intervalli di 1^{s} . La IV è la *curva normale* ottenuta senza l'azione delle scariche oscillatorie, e finalmente la curva V rappresenta l'andamento del fenomeno quando si faceva funzionare l'interruttore Foucault con il minor numero d'interruzioni possibili (circa 6 al secondo). Furono anche fatte delle esperienze regolando il detto interruttore in modo che desse il maggior numero possibile di interruzioni. In tal caso la curva rappresentativa non riuscì abbastanza distinta dalla V; ma fu

però sensibilmente notata una ulteriore diminuzione nella rapidità di smorzamento. Infatti facendo funzionare l'interruttore con il minor numero d'interruzioni, si contarono 49 oscillazioni semplici fra i soliti limiti d'ampiezza riferiti precedentemente, 51 facendo funzionare il medesimo con il maggior numero d'interruzioni e 50 se ne ebbero per riprova nelle condizioni di prima.

In considerazione dei risultati ottenuti si cercò di far funzionare l'interruttore in modo che esso desse un numero di interruzioni incapaci di turbare la rapidità dello smorzamento. Questo valore *critico* del numero d'interruzioni a secondo, per il quale non veniva alterata la rapidità suddetta risultò 2 o 3 circa, come si rileva dal seguente specchietto ove nella colonna N si è indicato il numero d'interruzioni per secondo:

Data ed ora delle esperienze	N	Senza scariche	Con le scariche	Senza scariche
20 gennaio 1911 — 16 ^h 15 ^m . . .	2	49	48	47
21 " " — 14 30 . . .	3	48	46	—
25 " " — 15 30 . . .	2	48	50	47

8. Adoperando l'interruttore Wehnelt invece del Foucault, si trovò una maggiore diminuzione della rapidità di smorzamento sotto l'azione delle scariche oscillatorie.

Analoga diminuzione produssero le correnti alternate a 50 periodi circa. In un campo magnetico efficace di 26 gauss circa si contarono 67 oscillazioni fra i soliti limiti di ampiezza, e lo stesso numero 61 prima e dopo l'eccitazione del campo.

Queste stesse ricerche furono ripetute servendosi delle scariche oscillatorie ad alto potenziale, le quali erano generate adoperando la nota disposizione, e cioè collegando gli estremi del secondario di un trasformatore Tesla con la spirale magnetizzante, mentre il primario era al solito inserito nel circuito oscillante. In questo modo si ebbe sempre un *aumento* della rapidità di smorzamento come risulta dal quadro seguente:

Data ed ora delle esperienze	Senza scariche	Con le scariche	Senza scariche
6 dicembre 1910 — 15 ^h . . .	73	42	72
31 marzo 1911 — 17 ^h 20 ^m . . .	39 ⁽¹⁾	30	40
2 giugno 1911 — 17 ^h . . .	45	33	46

(¹) I numeri relativi alle esperienze del 31 Marzo e del 2 Giugno si dovettero contare fra limiti d'ampiezza più vicini dei soliti.

La curva II della fig. 2, situata molto al disotto della *curva normale* I si riferisce ai risultati completi dell'esperienza del 2 giugno 1911.

Un attento esame della disposizione sperimentale mostrò che tale aumento non poteva essere attribuito a cause secondarie dipendenti da scintille parassite come avveniva nelle esperienze preliminari riferite nella Nota precedente.

9. Vari tentativi di ricerche furono fatte dapprima infruttuosamente per vedere se le onde elettriche potessero avere influenza sulla rapidità dello smorzamento predetto.

L'apparecchio generatore delle onde era lo stesso di quello che serviva per le scariche oscillatorie con la sola differenza che la spirale magnetizzante venne staccata dal circuito oscillante, e messa in comunicazione ad un estremo con un'antenna di 3 metri ed all'altro con il suolo. Al posto della spirale magnetizzante se ne inserì una eguale situata molto vicina all'apparecchio di trasmissione, il cui oscillatore fu analogamente messo in comunicazione con un'altra antenna di 3 metri e con il suolo. Si ebbero risultati sperimentali sicuri quando vennero adoperate spirali abbastanza strette (13 mm. di diametro).

Le esperienze procedevano nella maniera consueta come per le scariche oscillatorie ed i primi risultati sono consegnati nella seguente tabella:

Data ed ora delle esperienze	Senza onde	Con le onde	Senza onde
5 novembre 1910 — 15 ^h 50 ^m	68	60	77
9 " " — 15 20	61	52	65
11 " " — 9 10	79	64	74
11 " " — 14 50	65	54	56
12 " " — 15	59	54	65
13 " " — 8 52	78	63	70
14 " " — 8 15	78	60	69
14 " " — 15 5	62	50	58
15 " " — 15 30	77	68	75
21 dicembre 1911 — 15	67	59	65

Facendo i calcoli necessari e tenendo conto dei valori medii ottenuti, prima e dopo l'eccitazione delle onde elettriche, risulta che il numero delle oscillazioni si riduce in media al 15 % circa sotto l'azione delle onde. Anche isolando dal suolo la spirale magnetizzante si ebbero risultati positivi, ma certamente la percentuale era molto più piccola.

Adoperando l'interruttore Wehnelt invece del Foucault si ebbero i risultati consegnati nel quadro seguente:

Data ed ora delle esperienze	Senza onde	Con le onde	Senza onde	Percentuale dell'aumento
12 gennaio 1911 — 15 ^h 30 ^m . . .	52	48	49	5,0
13 " " — 15 40 . . .	46	45	46	2,2
15 " " — 15 25 . . .	49	46	49	6,1
16 " " — 14 55 . . .	48	43	47	9,5
			MEDIA . . .	5,7

Sembra in tal modo che aumentando il numero d'interruzioni per secondo, riesca più piccolo l'aumento della rapidità dello smorzamento.

Ma poichè con le scariche oscillatorie si era trovato un massimo di smorzamento quando s'inviavano le medesime nella spirale magnetizzante al principio ed alla fine di ogni oscillazione semplice del filo, si credette opportuno di ripetere le stesse esperienze con le onde elettriche e si ottennero i risultati consegnati nel seguente specchietto:

Data delle esperienze	Senza onde	Con le onde	Senza onde	Percentuale dell'aumento
26 gennaio 1911	45	37	49	21,3
27 " "	51	41	49	18,0
			Media . . .	19,6

Così, come era da aspettarsi, si ebbe un massimo nella rapidità di smorzamento.

Esperienze con le onde elettriche furono anche fatte adoperando la spirale magnetizzante di 4 cm. di diametro fornita di apparecchio refrigerante in cui scorreva olio pesante. In questo caso l'influenza esercitata dal dielettrico nella produzione del fenomeno in esame parve evidente, perchè si contarono 80 oscillazioni senza le onde, 77 con le onde e 79 nelle condizioni di prima.

10. Le esperienze fatte con i fili di ferro furono ripetute con tre fili di rame ricotto mediante la corrente elettrica e dei diametri di 0,46 mm., 0,35 mm., 0,33 mm. rispettivamente. Tanto le scariche oscillatorie quanto le onde elettriche non influenzarono sensibilmente la rapidità delle oscillazioni torsionali dei detti fili. Con ciò veniva allontanato il sospetto che alcuni dei fenomeni osservati fossero stati determinati da eventuali correnti di Foucault, che tuttavia sarebbero state molto attenuate, dato lo spessore dei fili di ferro adoperati (1).

(1) Guye e B. Herzfeld, *C. R. T.*, CXXXVI, pag. 957 (1903).

Per tentare di dare spiegazione dei fenomeni suddetti il filo di ferro oscillante fu sottoposto ad un campo longitudinale costante di circa 26 gauss, e le esperienze mostrarono in tali condizioni, come è noto, diminuzione nella rapidità di smorzamento. Però mi fu dato constatare che all'atto dello stabilimento e dell'annullamento della corrente magnetizzante si aveva un aumento nella rapidità di smorzamento.

Nella prima colonna della seguente tabella sono riportate le differenze fra le ampiezze consecutive lette sulla scala, quando il filo oscillava nel campo magnetico terrestre, nella seconda colonna le stesse differenze quando però il filo era sottoposto al campo magnetizzante predetto di 26 gauss, e nella terza quelle che si ottenevano dopo l'interruzione della corrente magnetizzante.

	Campo magnetico terrestre	Campo magnetico 26 g.	Campo magnetico terrestre
1	1,1	1,7	2,2
2	1,1	1,3	2,0
3	1,0	1,0	1,1
4	1,1	1,0	—
5	1,1	1,0	—

Si vede che le differenze si aggirano intorno ad 1,1 ma appena chiuso il circuito si ottiene la differenza 1,7. Questa va poi diminuendo, ma alla apertura del circuito cresce di nuovo al valore 2,2. Tale fatto mostra, come è noto, che lo spostamento delle molecole dalle loro posizioni di equilibrio deve avvenire con dissipazione di energia.

Maggiore aumento nella rapidità di smorzamento si deve quindi avere facendo oscillare il filo in un campo magnetico longitudinale variabile, e tale aumento deve raggiungere un massimo quando le variazioni del campo avvengono nell'istante in cui il filo di ferro presenta la deformazione più grande.

Ora perchè la diminuzione della rapidità di smorzamento è indipendente dalla direzione del campo magnetico longitudinale costante, mi sembra evidente che le scariche oscillatorie debbano produrre il medesimo effetto quando si succedano con molta regolarità e continuità. Lo stesso si può dire per le correnti alternate.

In proposito la spezzata III della fig. 2 mostra che sospendendo d'invviare nella spirale magnetizzante le scariche oscillatorie anche per qualche breve periodo di tempo, i punti rappresentativi delle ampiezze di oscillazione A, C, E, G si abbassano bruscamente in H, L, N, P al di sotto della *curva normale* I e i punti I, M, O s'innalzano analogamente in B, D, E tornando

ad eccitare le scariche. In tal modo una piccola pausa nel funzionamento dell'apparecchio basta per produrre l'inversione del fenomeno.

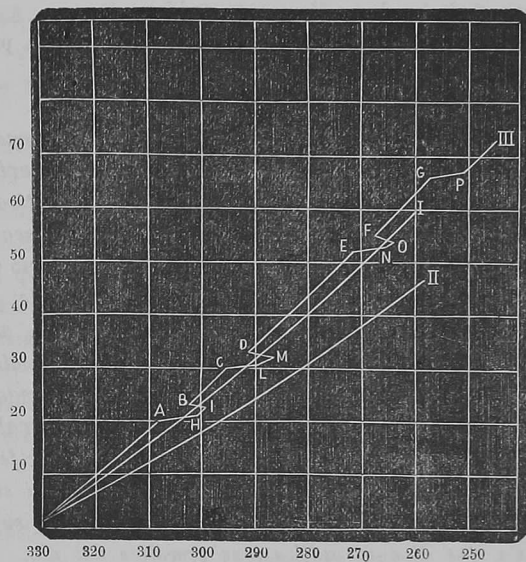


FIG. 2.

Ulteriori ricerche saranno eseguite per misurare con una certa esattezza i campi magnetici efficaci generati dalle scariche oscillatorie e le variazioni di magnetizzazione del filo di ferro in rapporto ai fatti sperimentali descritti, quando saranno messi a mia disposizione gli strumenti necessari. D'altra parte sarà anche utile esaminare il comportamento dei fili di nichel sotto l'azione delle correnti alternate e delle scariche oscillatorie poichè, come trovarono Gray e Wood, mentre un campo magnetico longitudinale costante diminuisce la rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali dei fili di ferro, aumenta al contrario quella dei fili di nichel sino ad un determinato valore del campo. E sarà anche opportuno estendere tali ricerche ai fili di ferro-nichel.

Quanto all'inaspettato aumento della rapidità di smorzamento causato dalle onde elettriche, esso è da mettersi in relazione con l'aumento prodotto dalle serie di scariche oscillatorie inviate ad intermittenza nella spirale magnetizzante. Infatti quando si eccitano le onde elettriche, la spirale magnetizzante diviene sede di oscillazioni elettriche che vi si destano per risonanza. E basta semplicemente supporre che dette oscillazioni si destino con irregolarità per l'imperfetto accordo fra i due circuiti per potere, secondo me, esaurientemente spiegare l'aumento delle rapidità di smorzamento delle

oscillazioni torsionali dei fili di ferro. Anche a causa dello smorzamento delle onde elettriche, dovuto all'energia dissipata per irraggiamento nello spazio circostante potrebbero destarsi nella spirale magnetizzante degli impulsi talmente discontinui da produrre l'aumento suddetto.

11. Da tutto quanto si è esposto in questa Nota e nella precedente si deducono le seguenti conclusioni:

1°. *La rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali di sottili fili di ferro diminuisce sotto l'azione di scariche oscillatorie e di correnti alternate, come avviene per effetto del campo magnetico costante.*

2°. *Eccitando nella spirale magnetizzante dei treni di scariche oscillanti ad intervalli di tempo variabili si ottiene al contrario un aumento della rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali dei predetti fili che raggiunge un massimo quando tale eccitazione avviene al principio ed alla fine di ogni oscillazione semplice del filo. Diminuendo gli intervalli di tempo fra le eccitazioni consecutive, va diminuendo l'aumento della rapidità di smorzamento fino ad annullarsi per un valore critico dei medesimi oltre dei quali si muta in diminuzione com'è riferito al n. 1.*

3°. *Le onde elettriche fanno aumentare la rapidità di smorzamento suddetta, e sembra che producano l'effetto massimo quando si eccitano al principio ed alla fine di ogni oscillazione semplice del filo.*

Ringrazio sentitamente il mio maestro prof. Grimaldi per i mezzi sperimentali messi largamente a mia disposizione.