

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIII.

1896

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME V.

2° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1896

ond'è manifesto che il moto del sistema S, sollecitato da forze provenienti dal potenziale V e dotato di una energia totale E, ammette, nello spazio rappresentativo (x_1, x_2, x_3) le stesse traiettorie, spettanti al moto di un punto materiale, soggetto al potenziale $H^2(V+E)$ e di energia nulla.

Note le traiettorie, la determinazione completa delle leggi del moto si raggiunge mediante una quadratura.

Per avere un esempio (oltre quello del punto materiale) di un sistema, con tre gradi di libertà, per cui, quando non agiscono forze, sussistono i tre integrali delle aree, (funzionalmente) non indipendenti, si può pensare al sistema di due punti materiali, collegati tra loro rigidamente, e costretti a rimanere allineati coll'origine delle coordinate.

Fisica. — *Risultati delle misure fatte per la determinazione sperimentale della direzione di un campo magnetico uniforme dall'orientazione del magnetismo da esso indotto.* Nota del dott. G. FOLGHERAITER, presentata dal Socio BLASERNA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Sulla durata delle scariche elettriche rallentate nel campo magnetico.* Nota del dott. FELICE MASTRICCHI ⁽¹⁾, presentata dal Socio BLASERNA.

L'influenza esercitata dal magnetismo sulle scariche elettriche ha fornito argomento di studio a vari sperimentatori, molti dei quali si sono in special modo occupati delle deviazioni che esse subiscono sotto l'influenza del campo magnetico.

Spottiswood ⁽²⁾ inoltre trovò che per l'azione di un forte magnete sulla scintilla che si produce nell'interruzione di un circuito metallico, percorso da una corrente d'induzione, l'intensità di questa corrente, misurata con un galvanometro, diminuisce tanto più quanto maggiore è l'allontanamento dell'arco dagli elettrodi, ossia che in tal caso il fenomeno si manifesta come un aumento di resistenza del circuito. Anche pel caso di gas rarefatti, recentemente, alla stessa conclusione sono venuti il prof. Righi ⁽³⁾ nella Me-

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisica della R. Università di Palermo, ottobre 1895.

⁽²⁾ Nature, T. 25, p. 539 (1882); Beibl., T. 6, p. 814.

⁽³⁾ Acc. delle scienze di Bologna, 27 aprile 1890; Rend. della R. Acc. dei Lincei, vol. VI, p. 81; v. Cimento, V. 30, p. 202.

memoria *Sulla convezione fotoelettrica* e i sigg. Elster e Geitel⁽¹⁾ nella Memoria *Sull'azione del magnetismo sulle scariche nei gas rarefatti*.

Il prof. Righi dice: « sembra che le particelle gassose che trasportano l'elettricità incontrino una speciale resistenza a muoversi nel campo magnetico, come se si trattasse di masse conduttrici in moto, nelle quali si sviluppano le correnti di Foucault ».

I sigg. Elster e Geitel ammettono che nel campo magnetico il gas soffra una deviazione elettrodinamica delle sue linee di corrente, ciò che corrisponde, come essi dicono, ad un aumento della resistenza alla scarica.

La deviazione accennata ed il suddetto aumento di resistenza, mi sembrò dovessero influire sulla durata della scarica elettrica, e volli verificare se tale durata venisse infatti a mutare col variare dell'intensità del campo magnetico nel quale la scarica si produce.

Le mie esperienze consistevano nel misurare la durata della scarica di un condensatore fra due elettrodi ad una data distanza fra loro, prima in un campo magnetico molto debole (campo terrestre), e poi in un campo molto più intenso cioè fra i poli assai vicini di una potente elettrocalamita. Queste esperienze si limitarono al solo caso che la scarica avveniva nel piano equatoriale dell'elettrocalamita ed era più o meno rallentata.

Per misurare la durata della scarica elettrica, adoperai il metodo impiegato dai sigg. Donders e Nyland⁽²⁾, che consisteva nel far passare la corrente di scarica fra una punta attaccata all'estremo di un rebbo di un elettrodiapason vibrante ed un cilindro metallico che girava avanzando continuamente lungo l'asse, e ricoperto da un sottile foglio di carta affumicata, sulla quale, non solo la punta segnava le sue oscillazioni, ma la scintilla lasciava anche una traccia nettamente visibile. Se il circuito di scarica era tutto metallico, tale traccia era costituita da un forellino circolare, circondato da una aureola biancastra; ma se si introduceva nel circuito una forte resistenza, p. es. un tubo con acqua, la traccia in parola risultava da una serie non interrotta di scariche parziali, vicinissime fra loro, e che si allontanavano l'una dalla successiva tanto più, quanto più grande era la resistenza del circuito e più piccola la capacità del condensatore e la distanza esplosiva.

Nel circuito di scarica si avevano due interruzioni e quindi due scintille; l'una, la maggiore, fra gli elettrodi di un micrometro a scintille, introdotto nel campo magnetico variabile; e l'altra, molto piccola, fra il cilindro girante e la punta scrivente.

Dal numero di oscillazioni segnate sulla carta affumicata, alle quali era sovrapposta la traccia della scarica, si ricavava la durata di quest'ultima.

(1) Wied Ann., T. 41, p. 175 (1890).

(2) V. Wiedemann, *Die Lehre v. d. Elektrizität*, Bd. IV B, p. 686.

L'elettromotore era una macchina di Holtz a 4 dischi, colla quale si caricava una batteria di 18 o 36 grandi bottiglie (50 cm. di altezza e 13 di diametro), riunite in due gruppi in cascata, colle armature di mezzo alla terra.

Una delle armature estreme della batteria era rilegata da un filo conduttore ad una serie di tubi con acqua (mm. 4 di diam. int.) lunghi cm 10, 20, 50, 100 e che poteva tutta o in parte, a volontà, facilmente includersi o escludersi dal circuito. Questa era poi alla sua volta in comunicazione con una delle palline del micrometro a scintille, posto in modo che la scarica avvenisse nel piano equatoriale di una grande elettrocalamita di Faraday.

L'altra armatura estrema della batteria era rilegata all'elettrodiapason sopraccennato, mentre il cilindro girante era in comunicazione metallica coll'altra pallina del micrometro a scintille.

Il cilindro girante di ottone, della lunghezza di 25 cm. e del diametro di 8 cm., era portato da una vite assiale del passo di 3 mm. che girava entro maddreviti sostenute da colonne isolate sopra una grossa lastra di ebanite. Alla stessa lastra di ebanite era fissato l'elettrodiapason mercè un pezzo a slitta che poteva muoversi con una vite micrometrica, la quale permetteva così di avvicinare convenientemente la punta di platino del diapason alla carta affumicata.

Un motore elettromagnetico Siemens imprimeva al cilindro un movimento sensibilmente uniforme: mercè una resistenza variabile introdotta nel circuito dell'induttore, poteva farsi avanzare il cilindro, con la velocità necessaria per aversi sullo stesso foglio di carta affumicata le tracce di parecchie scariche, delle quali alcune senza ed altre col campo della elettrocalamita. Nelle prime esperienze fu tenuto conto della polarità magnetica di questa, e invertendo la direzione della corrente magnetizzante si ottenevano sullo stesso foglio tracce delle scariche nei due campi inversi; ma in seguito, avendo constatato che nei due casi non si aveva alcuna differenza nella durata della scarica, non si tenne più conto della polarità della elettrocalamita relativamente alla direzione della scarica.

Per ottenere che le scariche si producessero sempre fra i medesimi punti delle palline di ottone, queste erano forate diametralmente e nei fori passavano delle asticciuole a vite dello stesso metallo, infisse nei sostegni isolanti e le quali terminavano con delle superficie di platino di 2 mm. di diametro, ben pulite, che venivano a far parte della superficie sferica delle palline quando queste erano avvitate alle asticciuole.

Le palline venivano fortemente paraffinate prima di essere avvitate alle asticciuole, tra i cui estremi solamente perciò potevano avvenire le scariche. Per ottenere ciò anche meglio, sulla paraffina di ciascuna pallina era attaccato un dischetto di mica con foro del diametro uguale a quello delle superficie di platino da cui si lasciava partire la scarica.

Dalle esperienze fatte con questa disposizione, è risultato che crescendo molto l'intensità del campo magnetico, l'apparenza della traccia lasciata

dalla scarica sulla carta del cilindro girante non muta; solamente occupa un numero minore di oscillazioni tracciate dalla punta vibrante, il che significa che la durata della scarica diminuisce col crescere della intensità del campo magnetico in cui la si fa avvenire.

Nel quadro seguente, in cui sono riassunti i risultati di varie esperienze, indicano: R la lunghezza in cm. del tubo di resistenza con acqua; D la distanza in mm. fra le palline del micrometro; B il numero delle bottiglie; N e N' i numeri delle V.D. dell'elettrodiapason (250 V.D. per secondo) alla cui traccia, sulla carta del cilindro girante, si sovrapponevano le tracce delle scariche prodotte rispettivamente nel campo terrestre o nel campo dell'elettrocalamita.

Per tutte le esperienze, la distanza fra i poli a facce piane di quest'ultima era di 25 mm. e la corrente magnetizzante di 15 ampères.

TABELLA I.

R	D	B	N	N'
50	10	36	19.6	10.2
"	"	18	9.7	5.4
"	5	18	7.0	3.9
100	10	36	30.7	17.8
"	"	18	14.0	8.2
"	5	18 ⁽¹⁾	19.6	14.6

Dai numeri sopra riportati si vede nettamente che la scarica elettrica ha in un forte campo magnetico, una durata molto minore che nel campo terrestre.

Per studiare più in particolare questo fenomeno, esaminai se col crescere dell'intensità del campo, avvi variazione del potenziale di scarica e della quantità di elettricità che passa per ciascuna scintilla. Per il primo esame mi servii di due metodi: a) Aggiunsi in derivazione al primo, e lontano dall'elettrocalamita, un secondo spinterometro, le cui palline erano a tale distanza fra loro che nel campo terrestre la scintilla scoccava or nell'uno, or nell'altro dei due apparecchi indifferentemente; chiudendo il circuito magnetizzante dell'elettrocalamita, le scintille continuavano a passare come prima indifferentemente or tra l'una e or tra l'altra coppia di palline. b) Misurai direttamente il potenziale di scarica servendomi dell'elettrometro Righi; le deviazioni osservate, delle quali alcune trascrivo nella tabella seguente,

(¹) Scariche intermittenti.

mostrano chiaramente che il potenziale rimane costante sia che le scariche avvengano nel campo terrestre o in un forte campo magnetico.

TABELLA II.

B = 36, D = 10

R = 0		R = 10		R = 50	
C. terrestre	C. elettrocal.	C. terrestre	C. elettrocal.	C. terrestre	C. elettrocal.
60	57	60	58	59	57
58	60	60	58	59	58
61	65	60	58	58	56
67	63	59	55	56	55
64	63	55	58	52	53
63	63	55	57	54	55
Medie		Medie		Medie	
62.1	61.8	58.1	57.3	55.6	56.3

Per esaminare se le quantità di elettricità che si neutralizzano per ciascuna scarica variano col campo magnetico nel quale la scarica avviene, bastava misurare la quantità di elettricità che dopo ciascuna scintilla bisognava rifornire alla batteria per avere una nuova scarica, ovvero il tempo T che intercedeva fra due scariche successive, quando la macchina funzionava in modo da fornire quantità di elettricità costante in tempi eguali ed invariate restavano le condizioni di isolamento degli apparecchi.

A tal fine feci muovere la macchina dal motore elettromagnetico, il quale imprimeva ai dischi giranti dell'elettromotore, dopo qualche secondo di rotazione, un movimento uniforme; contavo in seguito il numero n delle scariche che avvenivano in un dato tempo t , per lo più un minuto, col campo dell'elettrocalamita o senza: il rapporto $\frac{t}{n}$ dava il tempo T cercato nei due casi.

Bisogna avvertire che i risultati delle due misure sono paragonabili, purchè fatte l'una quasi immediatamente dopo l'altra, in modo da evitare l'influenza delle variazioni dello stato atmosferico sui sostegni isolanti e sulle bottiglie⁽¹⁾; inoltre (e se ne vedrà appresso la ragione), bisogna co-

(1) È sensibilissima l'influenza dello stato atmosferico su misure di tal genere. In uno stesso giorno il tempo necessario, in media, a ricaricare la batteria con B = 36, D = 10, R = 10, variò notevolmente; da misure fatte al mattino ebbi un valore medio di T eguale a 5''04, dopo mezzogiorno ebbi invece 3''50. Il rapporto però del tempo necessario

minciare a contare sempre dalla seconda scintilla dopo la chiusura o l'apertura della corrente magnetizzante.

Nella prima e seconda colonna delle tabelle III e IV in seguito trascritte, sono riportati i risultati di due serie di esperienze eseguite rispettivamente con le resistenze $R = 50$ ed $R = 10$. Con T' e T sono indicati i tempi in secondi che intercedevano tra due scariche successive col campo della elettrocalamita o senza.

Come facilmente si rileva il tempo necessario a ricaricare la batteria per avere una nuova scintilla, è minore quando il campo magnetico è molto intenso, ossia col crescere dell'intensità di questo cresce il residuo del condensatore dopo la scarica, ovvero diminuisce la quantità di elettricità che si neutralizza per ciascuna scarica.

Inoltre, se all'istante in cui avveniva una scarica nel campo terrestre, si chiudeva il circuito della corrente magnetizzante, il tempo necessario per avere la successiva scarica era uguale al tempo a ciò necessario senza il campo dell'elettrocalamita, mentre viceversa sopprimendo l'azione magnetica all'istante in cui avveniva una scintilla, la successiva si produceva dopo il tempo a ciò necessario col campo dell'elettrocalamita. Ciò si spiega facilmente ammettendo che l'influenza delle forze magnetiche si limita a far crescere il residuo del condensatore, cioè a far diminuire la quantità di elettricità che passa per ogni scarica.

Infatti è evidente che col crescere del residuo del condensatore deve diminuire il tempo necessario per ricaricare la batteria. Ora, poichè dopo avvenuta una scintilla senza influenza magnetica è necessario l'istesso tempo di carica per la successiva, tanto se agisca il campo che se questo non ci sia, ciò vuol dire che nei due casi la scarica avviene quando la quantità di elettricità accumulata nel condensatore è la stessa. Si ha così una conferma delle esperienze già descritte, eseguite tanto coll'elettrometro che con un secondo spinterometro in derivazione, dalle quali risultava che aggiungendo al campo terrestre quello dell'elettrocalamita, il potenziale di scarica rimaneva costante.

In conclusione quindi si ha che al crescere dell'intensità del campo magnetico nel quale avviene la scarica, passa una minore quantità di elettricità pur restando costante il potenziale corrispondente all'inizio della scarica, per cui non può ritenersi che il mezzo, modificato dalle forze magnetiche diventi specificamente più resistente, perchè in tal caso dovrebbe variare il potenziale di scarica.

a ricaricare la batteria senza campo e col campo se le misure erano fatte nelle due condizioni atmosferiche diverse l'una immediatamente dopo l'altra, si mantenne costante: così ai tempi $5''{,}04$ e $3''{,}50$ nell'aria ordinaria, corrisposero col campo della elettrocalamita rispettivamente i tempi $4''{,}24$ e $2''{,}90$. I rapporti relativi sono 1,19 e 1,21.

È da ritenere invece che il fatto osservato dipenda dall'allungamento del cammino della scarica per la deviazione che dal cammino primitivo questa subisce per l'azione delle forze elettromagnetiche (1).

Per esaminare l'influenza che ha il mutamento di forma della scarica prodotta dal forte campo magnetico sulla quantità di elettricità che passa, anziché ridurre le superficie fra le quali potevano scoccare le scintille ai soli dischetti di platino, lasciai scoperte le intere palle di ottone del micrometro e poi tolsi anche queste, lasciando le sole asticciuole di esso scoperte completamente. Così la scarica non era più obbligata a partire dalle sole superficie di platino affacciate, ma poteva avvenire fra altri punti posti a più grande distanza fra loro, e nel forte campo magnetico poteva quindi ancor più crescere la lunghezza dell'arco di scarica.

Nelle due tabelle III e IV seguenti sono indicati i tempi T' e T in secondi che intercedevano tra due scariche successive col campo dell'elettrocalamita o senza, con le tre qualità di elettrodi sopradetti e nel caso che nel circuito era introdotto la resistenza di 10 cm. Nel caso che tale resistenza era di 50 cm. non poterono farsi misure cogli elettrodi ridotti alle sole asticciuole, perchè in tal caso si avevano scariche poco nudrite e che si succedevano così rapidamente da non potersi contare.

TABELLA III.

R = 50, B = 36, D = 10

Palle paraffinate		Palle scoperte	
T	T'	T	T'
4	3	6.40	3.22
4	3.05	6	2.90
4	3.10	6	2.90
4	3	6.20	2.80
3.87	3	6	2.90
3.82	2.90	5.80	2.90
3.87	3.10	6	2.80
3.82	3.10	—	—

Medie

3.92	3.03	6.06	2.92
$\frac{T}{T'} = 1.29$		$\frac{T}{T'} = 2.07$	

TABELLA IV.

R = 10, B = 36, D = 10

Palle paraffinate		Palle scoperte		Punte scoperte	
T	T'	T	T'	T	T'
5	4.36	9.33	6.20	3.10	1.25
5.16	4.29	9.66	6.40	2.73	1.25
5.16	4.21	10	7	2.90	1.25
5	4.36	9.66	6.80	2.73	1.25
5.16	4.12	10	6.40	3	1.25
5	4.29	9.66	6.60	3	1.25
4.92	4.21	10	6.20	2.73	1.25
5	4.18	—	—	—	—

Medie

5.05	4.25	9.76	6.51	2.88	1.25
$\frac{T}{T'} = 1.19$		$\frac{T}{T'} = 1.48$		$\frac{T}{T'} = 2.30$	

(1) In conformità di questo concetto volli esaminare se nel caso che la scarica fosse costretta a percorrere presso a poco l'istesso cammino rettilineo tanto col campo del-

Come si vede il rapporto $\frac{T}{T'}$ è maggiore nel caso delle asticciuole che nel caso delle palline scoperte, ed in questo maggiore che nel caso delle palle paraffinate, vale a dire che quanto più, sotto l'azione delle forze magnetiche, la forma degli elettrodi permette l'allungarsi del cammino della scarica, tanto minore è la quantità di elettricità che passa per ogni scintilla.

Inoltre paragonando i valori ottenuti nelle stesse condizioni relativi alle resistenze $R = 10$ e $R = 50$ si ricava che l'influenza del magnetismo è maggiore nel caso della maggiore resistenza del circuito, cioè nel caso che la scarica è più rallentata.

E d'accordo con questo risultato si aveva che nel caso in cui il circuito riducevasi tutto metallico, cioè di resistenza molto minore che nei casi precedenti, il rapporto $\frac{T}{T'}$ diventava quasi esattamente eguale ad uno, sia che le scintille scoccassero fra le palle coperte di paraffina o fra le palle scoperte o fra le punte. I risultati di alcune esperienze relative sono riportati nella seguente tabella.

TABELLA V.

$R = 0$, $B = 36$, $D = 10$

Palle paraffinate		Palle scoperte		Punte scoperte	
T	T'	T	T'	T	T'
6.20	6.20	10.66	10	4.57	3.75
6.20	5.90	10.33	9.33	4	3.87
6.30	6.20	10	9.66	4	3.75
6.20	6	10.33	9.33	3.87	3.75
6.10	6	10.33	9.66	4	3.75
6.30	6.15	10.33	9.66	—	—
Medie					
6.22	6.07	10.33	9.60	4.09	3.77
$\frac{T}{T'} = 1.02$		$\frac{T}{T'} = 1.07$		$\frac{T}{T'} = 1.08$	

l'elettrocalamita che senza, venisse a modificarsi la diminuzione sopra notata. Tentai l'esperienza mettendo fra le due piccole superficie di platino fra le quali scoccano la scintilla, dei tubetti fatti con lamina di mica accartocciata o di vetro o di ebanite; ma i risultati furono discordanti probabilmente per l'influenza della superficie interna dei tubi sulla scarica, la quale a sua volta altera rapidamente questa stessa superficie. Questa alterazione è notevolissima nel caso della mica, nella quale si produceva una specie di polvere che restringeva successivamente il passaggio finendo per ostruirlo.

Dalle esperienze sopradescritte può concludersi che il potenziale iniziale di scarica dell'elettricità nell'aria, è lo stesso tanto in un campo magnetico molto intenso, che in un campo di intensità trascurabile (campo terrestre) quando la scarica avviene nel piano equatoriale dell'elettrocalamita.

L'aumento d'intensità del campo in taluni casi fa diminuire notevolmente la quantità d'elettricità che passa in ciascuna scarica, essendo tale diminuzione tanto maggiore quanto maggiore è la resistenza del circuito totale di scarica.

Questo indicherebbe che con l'intensità del campo magnetico cresca la resistenza della scintilla. Ora, poichè il potenziale iniziale di scarica non è influenzato dalle forze magnetiche, non pare possa ciò attribuirsi ad un aumento della resistenza specifica dell'aria, prodotta dal campo, ma sibbene al cambiamento che dalle forze elettromagnetiche è prodotto nella forma della scarica.

Infatti le scariche rallentate in esame, come si sa, sono costituite da una serie di scariche elementari, delle quali la prima comincia, per così dire, nella direzione di minima resistenza, che è la stessa con o senza azione delle forze magnetiche.

Appena però s'inizia questa scarica, cioè appena si produce nell'aria la corrente elementare corrispondente, questa subisce nel campo, a causa delle reazioni elettromagnetiche, una inflessione in un senso dipendente dalla polarità della elettrocalamita e dalla direzione della scarica.

E poichè per ciascuna scarica elementare successiva il cammino di minima resistenza è quello occupato dall'aria modificata dal passaggio della scarica precedente, così l'inflessione dovuta alle forze magnetiche deve aumentare, come è facile concepire, da una scarica elementare alla successiva: finchè per una data scarica elementare il filetto d'aria modificata occuperà una posizione, per la quale la corrispondente resistenza, per l'allungamento avvenuto, sarà tale, da non potersi avere alcuna scarica ulteriore al potenziale residuo della batteria. Col quale potenziale, però, se la deviazione dell'aria modificata non fosse avvenuta, si avrebbero potuto avere delle altre scariche elementari successive, e quindi il passaggio di una maggiore quantità di elettricità, al quale corrisponderebbe un tempo totale della scarica più lungo.

Fisica. — Apparato completo per la Microfotografia. Nota del prof. L. DALL'OPPIO, presentata dal Socio BLASERNA.

L'Accademia mi conferì un premio di incoraggiamento ⁽¹⁾ perchè mi fossi occupato di perfezionamenti alla microfotografia; ed io, ritenendo d'aver contratto come un debito d'onore, mi proposi di dar forma ad un apparato di un tipo tale che per la comodità dell'uso e l'esattezza dei risultamenti soddisfacesse meglio di quelli che si sogliono comunemente costruire.

⁽¹⁾ Lire 1000: nell'occasione dei concorsi ministeriali indetti pel 1892.