

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIV.

1897

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VI.

2° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1897

Vano riuscirebbe il tentativo di risolvere il problema proposto cogli altri sistemi più usati di coordinate curvilinee isoterme (coordinate ellittiche, sistema delle lemniscate e delle iperboli ortogonali ecc.) nessuno di essi rientrando nella relazione (5).

Le precedenti conclusioni, enunciate per l'ellissoide di rotazione terrestre, valgono invariate per ogni altra superficie di rotazione.

Fisica. — *Sulle cariche elettrostatiche generate dai raggi catodici* (1). Nota di QUIRINO MAJORANA, presentata dal Socio BLASERNA.

Una delle proprietà più caratteristiche dei raggi catodici, è quella di generare delle cariche elettriche sopra i corpi da essi colpiti. È infatti risaputo da chiunque abbia sperimentato con dei tubi di Crookes, che le pareti anticatodiche di questi si elettrizzano fortemente, quando essi sono in azione. Basta avvicinare un dito a quelle pareti, per trarne scintille lunghe parecchi millimetri. La lunghezza di queste scintille decresce considerevolmente e può anche annullarsi, deviando i raggi catodici mediante un magnete. Sembra dunque assai naturale attribuire a queste radiazioni, la formazione di quelle cariche elettriche.

Il fenomeno indicato è stato oggetto di studio da parte di molti fisici, specie dopo la notevole scoperta di Röntgen. Secondo l'ipotesi di Crookes, sulla natura dei raggi catodici, che cioè questi debbano essere costituiti da particelle materiali cariche di elettricità negativa, i corpi neutri colpiti da quei raggi, dovrebbero venire caricati negativamente. E difatti le esperienze eseguite da taluni fisici hanno confermato questa semplice supposizione. Così Wiedemann, Perrin, e recentemente McClelland. Ma risultato contrario fu ottenuto in alcune esperienze eseguite da non molto da Battelli e Garbasso, i quali trovano che i corpi colpiti dai raggi catodici si caricano *positivamente*.

Da qualche mese io ho intrapreso uno studio sulla *determinazione della velocità dei raggi catodici*; ed è mia intenzione di trovare il valore di questa velocità, servendomi appunto delle cariche elettriche generate sui corpi colpiti. Non è dunque oggetto questa Nota di conciliare le divergenze delle osservazioni dei vari fisici, ma solo di studiare il fenomeno accennato nelle condizioni in cui mi son posto, per fare la determinazione di cui più sopra ho detto. Dirò dunque ora di risultati che valgono esclusivamente per il caso in cui si sperimenti come verrà indicato, e dopo che in Note posteriori a questa, avrò detto dei risultati ottenuti nella ricerca della velocità dei raggi catodici, mi propongo di studiare definitivamente la questione delle cariche elettriche generate da quei raggi.

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

Uno dei tubi adoperati per le attuali ricerche, è quello indicato nella figura 1. Esso ha un catodo centrale *C* costituito da un disco di alluminio

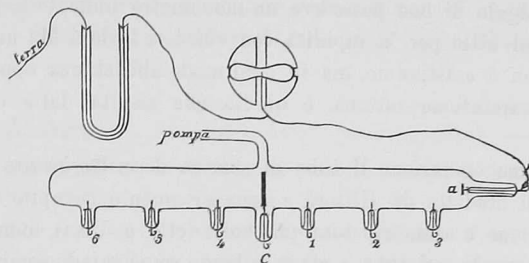


FIG. 1 1:6

di diametro poco inferiore a quello interno del tubo di vetro. A destra e a sinistra del catodo è disposta una doppia serie di anodi filiformi 1, 2, 3 . . . 6. Ad una delle estremità del tubo, che costituiscono le due pareti anticatodiche, si trova un dischetto di alluminio *a*, il quale raccoglie delle cariche elettriche, quando il tubo funziona. Queste cariche vengono esaminate servendosi di un elettrometro di Mascart, il cui ago viene posto in comunicazione col disco *a* e con un estremo di un tubo capillare riempito di alcool assoluto, di cui l'altro estremo è posto a terra. Le due coppie opposte dei quadranti dell'elettrometro sono poste in comunicazione con i poli di una pila Warren de La Rue di 20 elementi. In queste condizioni, se il tubo di scarica è evacuato, ed è traversato dalla scarica periodica di un rocchetto di induzione, l'ago dell'elettrometro subisce una deviazione costante la quale è dovuta sempre ad una *carica positiva*; e ciò qualunque sia l'anodo che venga adoperato insieme al catodo *C*. Il valore di questa deviazione è variabile con la rarefazione interna del tubo; e non appena il funzionamento del rocchetto viene interrotto, l'ago ritorna allo zero, grazie all'uso del tubo capillare con alcool posto a terra.

Avrei potuto fare una valutazione del valore assoluto di queste cariche, ma tale studio sarebbe stato talmente legato alle speciali dimensioni dell'apparecchio, del rocchetto adoperato, e al numero delle interruzioni dato da questo, che non avrebbe presentato nessun interesse di indole generale. Ho quindi preferito cercare e scegliere quelle condizioni per le quali le misure si potessero fare nel modo più possibilmente sicuro e costante da una volta all'altra. Per ottenere ciò ho adoperato un rocchetto di induzione di media grandezza, con interruttore a martelletto animato da 3 o da 4 accumulatori elettrici.

Un primo studio che si può fare adoperando l'apparecchio descritto, è quello della variabilità della carica col cambiare della rarefazione interna.

Il tubo di scarica è permanentemente unito alla pompa. Questa è a mercurio, automatica del tipo Raps e ad esaurimento successivo. Benchè presenti lo svantaggio di non possedere un manometro indicatore, pure in simili ricerche è assai utile per la rapidità con cui essa lavora. Ma un criterio che, se si vuole non è esattissimo, ma in ogni modo abbastanza approssimato per conoscere la rarefazione interna, è quello che risulta dalle considerazioni seguenti.

Come prima operazione il tubo di scarica descritto è stato vuotato sino alle rarefazioni studiate da Hittorf, e successivamente riempito di aria secca. Questa operazione è stata ripetuta più volte (otto o dieci), mentre la scarica del rocchetto circola nel tubo, e ciò scegliendo come catodo sempre il disco *C*, e come anodo uno qualunque degli elettrodi filiformi 1, 2, 3... 6, od anche il disco *a*. Lo scopo di questo procedimento è stato di scacciare tutte le materie gassose occluse nei vari elettrodi; talchè mentre le prime volte occorreva che la pompa lavorasse delle ore per procedere alla evacuazione, in fine bastavano pochi colpi di pompa per raggiungere le massime rarefazioni. È in queste condizioni che, con la conoscenza del numero dei colpi di pompa si può determinare la pressione interna nel tubo da vuotare, non intervenendo allora cause perturbatrici. Dalla conoscenza del volume del recipiente della pompa che si riempie di mercurio, e di quello del tubo da vuotare con accessori (vaso essiccatore, tubi adduttori, ecc.) ho potuto calcolare che la pressione, per ogni colpo del bilanciere automatico di cui è fornita la pompa Raps, si abbassa a $\frac{5}{8}$ circa del suo valore. Quindi basta elevare questa quantità ad una potenza eguale al numero dei colpi di bilanciere e moltiplicarla per il valore originario della pressione, per ottenere il nuovo valore di questa.

Ora prima che il bilanciere della macchina venga posto in azione, la pressione nell'interno del tubo è eguale a quella data dal manometro unito alla pompa ad acqua, la quale serve ad ottenere la prima rarefazione. Questo valore, nella esperienza di cui ora riporterò i risultati era di 23 millimetri di mercurio circa. Si vede dunque che il numero *x* dei colpi di bilanciere, necessari per arrivare ad una rarefazione per esempio di un millesimo di millimetro è dato dalla espressione:

$$23 \cdot \left(\frac{5}{8}\right)^x = 0,001.$$

Da cui $x = 21$, circa.

Ciò premesso scegliendo *C* come catodo, e l'elettrodo 1 come anodo, ho potuto osservare le varie deviazioni subite dall'ago dell'elettrometro per rarefazioni crescenti.

Nella tabella seguente sono riportate le medie di talune delle osservazioni fatte, e nell'ultima colonna figurano i valori delle deviazioni stesse, quando sul tratto del tubo compreso tra C ed a si fa agire un potente elettromagnete, in guisa che i raggi catodici non investano più il disco a .

Colpi del bilanciere	pressione mm.	deviazioni (parti della scala)	
		senza magneti	col magneti
0	23	0	0
6	1,4	3	3
9	0,33	28	6
12	0,082	93	15
15	0,020	144	18
18	0,0049	185	24
21	0,0011	197	25
24	0,00029	fuori della scala	29

Da questa tabella si deduce che le cariche elettriche generate sul disco a dalla scarica elettrica traversante il tubo, vanno rapidamente crescendo col diminuire della pressione nell'interno dell'apparecchio; e propriamente esse divengono massime, quando la rarefazione è tale che nell'interno del tubo si abbia una intensa produzione di raggi catodici.

L'ultima colonna della stessa tabella conferma la supposizione che quelle cariche elettriche sieno realmente dovute ai raggi catodici. Infatti il valore che esse assumono, è molto minore quando quei raggi vengono deviati con la calamita. Ed è interessante notare che, mentre per la pressione di $1^{\text{mm}},4$ la deviazione dell'elettrometro è la stessa tanto che il magnete agisca o no, per pressioni minori, e segnatamente per quelle in cui la produzione dei raggi catodici è abbondante, la lettura che si fa sull'elettrometro può essere anche solo un ottavo quando si deviano i raggi catodici.

Risultati analoghi ai precedenti, ma che non occorre riportare, si otterrebbero adoperando come anodo anzichè l'elettrodo 1, uno qualunque degli altri cinque.

Ma il valore assoluto delle cariche elettriche generate sul disco a , oltre che variare con la pressione nell'interno del tubo di scarica, varia con la posizione relativa dell'anodo.

Era sin qui generalmente ammesso che la posizione dell'anodo non avesse influenza alcuna sul modo di emanazione dei raggi catodici, e si riteneva che sia in direzione che in intensità, i raggi catodici emanassero sempre alla stessa guisa, indipendentemente dalla posizione dell'anodo.

In una Nota precedente ⁽¹⁾ feci vedere come non sia vero che la direzione dei raggi catodici non resti perturbata dalla presenza dell'anodo, e che quindi

⁽¹⁾ Rendic. Acc. Lincei, 7 marzo 1897.

vi è campo di studiare la *deviazione elettrostatica* esercitata su quei raggi anche per parte dell'anodo; mi propongo ora di far vedere che oltre la direzione, anche la intensità dei raggi catodici può essere modificata a seconda della diversa posizione dell'anodo. Questo studio si può ancora fare servendosi del tubo già descritto. E sarebbe non molto interessante farlo per vari gradi di rarefazione del tubo stesso; mi sono quindi limitato a tenere il tubo in condizioni tali che la produzione dei raggi catodici nel suo interno, fosse ben netta; il che corrisponde ad una rarefazione di circa $\frac{1}{1000}$ di millimetro, ovverosia, nelle condizioni di esperimento, a 21 colpi circa del bilanciere della pompa Raps, dopo aver fatto lavorare al massimo l'aspiratore ad acqua.

In tali condizioni ecco le deviazioni medie subite dall'ago dell'elettrometro adoperando come anodi i vari elettrodi filiformi:

anodo	1	2	3	4	5	6
deviazione	123	116	111	18	17	16

Questa tabella ci permette di fare due nuove considerazioni. Le cariche elettriche generate sul disco α sono più grandi quando l'anodo, pur mantenendosi dalla stessa parte del catodo, è più vicino a questo. Si osserva in secondo luogo una spiccata differenza tra i valori che si hanno per le deviazioni dell'elettrometro, a seconda che l'anodo si trova a destra od a sinistra del catodo.

Questo fatto è già prevedibile dal semplice esame della distribuzione della fluorescenza del tubo sotto l'azione della scarica. Infatti a seconda che l'elettrodo si trova a destra od a sinistra del catodo, la parte del tubo, che più è fluorescente, è quella di destra o quella di sinistra.

Una spiegazione di questi ultimi fenomeni si ricava dalle considerazioni seguenti. Nell'interno di un tubo di scarica, fornito di due elettrodi, positivo l'uno, e negativo l'altro, è noto, per le ricerche di Hertz, che avvengono due fenomeni ben distinti. Da un canto la scarica elettrica segue nell'interno del tubo, ed a traverso la residuale massa gassosa delle linee (linee di corrente) che congiungono le superficie dei due elettrodi, simili a quelle che si avrebbero nel caso in cui i due elettrodi stessi fossero immersi in una massa mediocre conduttrice dell'elettricità.

Se poi la rarefazione nell'interno del tubo è convenientemente spinta, si ha, oltre alla manifestazione del fenomeno predetto, la emanazione dei raggi catodici, da parte dell'elettrodo negativo.

Dalle ricerche di Hertz risulta inoltre, che tale emanazione è indipendente dal percorso delle linee di corrente. Ma mediante il tubo ora studiato, è facile scorgere che ciò non è esatto, giacchè se si diminuisce o se si annullano le linee di corrente in alcune regioni della superficie metallica funzionante da catodo, anche l'intensità dei raggi catodici diminuisce o si annulla. È infatti lecito supporre che funzionando in quel tubo il disco C da catodo e uno

dei fili 4, 5, 6 da anodo si avrà sul catodo una maggiore densità di linee di corrente sul lato sinistro della figura, e ciò perchè il disco C è di diametro poco inferiore a quello del tubo di scarica, e divide quasi in due parti completamente distinte la massa gassosa contenuta nell'interno del tubo. È dunque condizione alla emanazione dei raggi catodici da un punto del catodo, che su quel punto arrivino delle linee di corrente partenti dall'anodo. Ho infatti verificato sperimentalmente che se il disco C abbraccia quasi completamente tutta la sezione del tubo, oltre ad essere invisibile qualsiasi fluorescenza sul lato di destra, se l'anodo si trova a sinistra, sono anche trascurabili le cariche elettriche generate sul disco a .

Se si vuole dunque che un catodo C (fig. 2) emani dei raggi verso la parete P del tubo, essendo l'anodo situato in A , occorre osservare alcune condizioni costruttive, le quali soddisfino agli enunciati precedenti. Occorre che le linee di corrente partenti dall'anodo A arrivino sul lato destro del disco C ; e per ottenere ciò, deve il disco C essere di diametro notevolmente più piccolo di quello del tubo di scarica; questa circostanza permette che le linee di corrente seguano il cammino che è ad un dipresso indicato nella figura. Onde evitare una emanazione di raggi dal lato di sinistra del disco C , si deve proteggere questo lato mediante una parete di vetro, mica, ad altra sostanza isolante. Ricordo che queste condizioni furono osservate da Lenard nel suo studio sui raggi catodici, benchè la spiegazione di ciò non fu allora data.

È poi interessante notare che se il lato sinistro del disco C non è protetto come ora si è detto, e se le dimensioni del disco stesso sono piccole di fronte al diametro del tubo di scarica, la emanazione dei raggi catodici avviene ancora di preferenza dal lato destro del disco stesso.

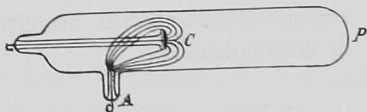


FIG. 2.

Ciò si spiega pensando alla deviazione elettrostatica dei raggi catodici. Infatti il fascio di raggi emanante dal gambo che sostiene il disco, e quello emanante dal lato sinistro di questo disco, sono rispettivamente respinti, e quindi in certo modo impediti nella loro produzione, dal disco e dal gambo.

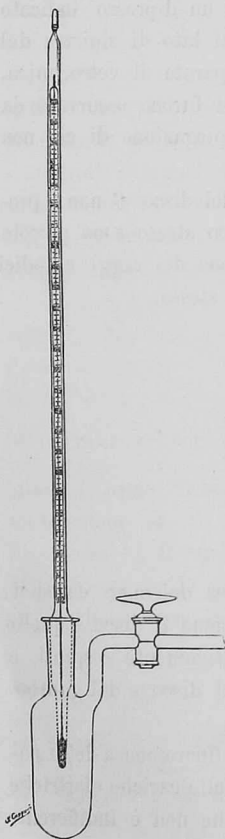
In conclusione posso affermare, che lo studio della fluorescenza delle pareti del tubo di scarica, aiutato dall'esame dei valori delle cariche elettriche generate sopra corpi conduttori, porta ad ammettere che non è indifferente

la posizione dell'anodo nell'interno dei tubi di scarica, e ciò sotto il riguardo del modo di emanazione dei raggi catodici. E in tesi generale si deve ammettere, che i raggi catodici partono dalle regioni delle superficie dei catodi, sulle quali arrivano le linee di corrente partenti dall'anodo, sotto l'azione della scarica elettrica.

Fisica. — *Sulla doppia rifrazione elettrica del legno.* Nota del prof. DOMENICO MAZZOTTO, presentata dal Corrispondente NACCARI.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Chimica fisica. — *Sopra la conducibilità termica dei vapori rossi.* Nota di G. MAGNANINI e G. MALAGNINI⁽¹⁾, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.



Diamo conto in questa Nota di alcune esperienze che si riferiscono al comportamento di un gaz dissociabile, l'ipozotide, per rispetto alla sua conducibilità termica⁽²⁾. È noto dalle esperienze di Berthelot ed Ogier⁽³⁾ che il calorico specifico dei gaz, che non obbediscono alla legge di Boyle-Gay Lussac, cioè la cui densità varia più considerevolmente colla temperatura, presenta anomalie dipendenti dal lavoro chimico, cioè delle trasformazioni molecolari. Così per la ipozotide la variazione di calorico specifico fra 100° e 26°, contrariamente a quanto avviene per la maggior parte dei gaz fino ad ora studiati è molto maggiore che fra 100° e 200° corrispondentemente alla maggiore variazione nel grado di dissociazione.

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel laboratorio di chimica generale della R. Università di Modena.

⁽²⁾ Io mi trovava nell'aprile 1896 a S. Margherita ligure in compagnia del mio amico il prof. W. Nernst della Università di Göttingen, e parlando del comportamento delle sostanze dissociabili, stabilimmo che io avrei fatto esperienze sulle proprietà termiche dei vapori, in modo particolare di quelli dissociabili. Diamo conto in questa Nota preliminare dei primi risultati ottenuti, avvertendo che ulteriori ricerche, più complete ed estese ad un maggior numero di sostanze, formeranno oggetto di una più estesa memoria.

G. MAGNANINI.

⁽³⁾ Comptes rendus 94, 916.