

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXI.

1914

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1914

$a, e, \varphi, \theta, \varpi, \varepsilon$ (cioè: *semiasse maggiore, eccentricità, inclinazione, longitudine del nodo, longitudine del perielio, longitudine media all'epoca 0*), alle componenti S, T, W i loro valori soprascritti, assumendo w come variabile di integrazione, integrando, e non tenendo conto che dei termini secolari, siamo condotti alle relazioni

$$\delta a = \delta e = \delta \varphi = \delta \theta = \delta \varpi = \delta \varepsilon = 0.$$

Questi risultati confermano quanto già avevamo asserito: le nostre ipotesi, cioè, non conducono a nessuna disuguaglianza secolare di secondo ordine rispetto al rapporto fra la velocità dei corpi e quella di propagazione dell'azione newtoniana.

Fisica. — *Il campo elettrico nello spazio di Hittorf-Crookes e la scomposizione elettrica delle righe spettrali.* Nota di ANTONINO LO SURDO, presentata dal Corrisp. A. GARBASSO (1).

La scomposizione delle righe spettrali per effetto del campo elettrico, si può osservare direttamente nei tubi di scarica (2), in quella regione che va dal catodo al limite tra lo spazio oscuro di Hittorf-Crookes, e il secondo strato di luminosità negativa, e che per brevità chiamerò spazio oscuro.

I valori che può assumere il campo elettrico nello spazio oscuro, dipendono essenzialmente dalla caduta di potenziale catodica, cioè la differenza di potenziale complessiva fra il catodo ed il limite dello spazio oscuro; dalla lunghezza di detto spazio, e dalla legge colla quale il potenziale è in esso distribuito.

La caduta catodica. — Essa risulta indipendente dalla pressione del gas e dalla intensità della corrente che passa nel tubo di scarica, finchè non tutto il catodo è coperto dallo strato di luminosità negativa. In tali condizioni la caduta catodica si chiama normale e dipende dalla natura del gas e dal materiale degli elettrodi: per l'idrogeno puro con elettrodi di alluminio essa venne trovata di 168 volts (3).

Col crescere della corrente, la luminosità negativa si estende sul catodo fino a coprirlo tutto o a raggiungere le pareti del tubo se esse ne limitano la sua superficie: allora comincia a crescere anche la caduta catodica, che può assumere valori grandissimi come quelli che occorrono nel caso nostro.

(1) Pervenuta all'Accademia il 17 luglio 1914.

(2) Ant. Lo Surdo, Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. XXII, serie 5^a, 2° sem., fasc. 12°, seduta del 21 dicembre 1913; vol. XXIII, 1° sem., fasc. 4°, seduta del 15 febbraio 1914.

(3) Warburg, Wied. Ann., XL, pag. 1 (1890).

La seguente relazione, che lega la caduta di potenziale catodica K , in queste condizioni, alla intensità C della corrente alla pressione del gas p , ed all'area f del catodo, venne data da Stark (1):

$$(1) \quad K = K_n + \frac{k}{pf^{\frac{1}{2}}} (C - xpf)^{\frac{1}{2}},$$

K_n indica la caduta normale, k e x sono due costanti. Indico ora con ΔK l'aumento di caduta oltre il valore normale, con $s = \frac{C}{f}$ la densità di corrente di catodo, e scrivo:

$$\Delta K = \frac{k}{p} (s - xp)^{\frac{1}{2}}.$$

Da qui si vede subito che, ammessa come valida la formola di Stark, l'aumento della caduta catodica, per una certa pressione, dipende solo dalla densità di corrente sul catodo: quindi nei tubi larghi si può ottenere la stessa caduta dei tubi sottili, quando si aumenta la intensità di corrente proporzionalmente alla sezione.

La lunghezza dello spazio oscuro. — La lunghezza dello spazio catodico aumenta al diminuire della pressione.

Secondo Ebert (2), vale la relazione $dp^m = d_0$, dove l'esponente m è minore o uguale ad uno, e d_0 è una costante.

J. J. Thomson (3), dalle esperienze di Ebert, ricava invece che la lunghezza dello spazio può essere espressa nella forma $d = b + \frac{b}{p}$ (4) valida solo per pressioni p superiori ad un certo valore (la pressione critica di Ebert), che però non risulta ben definito dalle esperienze fatte finora, poichè pare che dipenda dalle dimensioni del catodo e da quelle del tubo (5).

La lunghezza dello spazio oscuro non dipende dal diametro dei tubi, nel caso in cui l'elettrodo piano riempie completamente la sezione. Le esperienze che mi hanno condotto a questo risultato, le ho fatte adoperando un tubo della forma rappresentata nella figura 1, col quale è possibile di far passare la scarica attraverso catodi di dimensione diversa, mantenendo costante la pressione del gas.

(1) J. Stark, *Physikalische Zeitschrift*, III, pag. 274 (1890); J. J. Thomson, *Conduction of electricity through gases*, 2nd Edition, 1906, pag. 542.

(2) *Wied. Ann.*, 69, pag. 200 (1899).

(3) *Conduction of electricity through gases*, 2nd edition, pag. 545.

(4) a e b sono due costanti.

(5) Ebert, *Verhandlungen d. Deutschen Physikal. Gesellschaft*, Jahrg. 2 (1900), pag. 104.

Nella parte centrale si trova una lamina AB di alluminio, che fa da anodo; lateralmente sono saldati i sei tubi cilindrici *a, b, c, d, f, g*, della stessa lunghezza: in ognuno di questi è un elettrodo a faccia piana, la quale riempie completamente la sezione.

Il tubo veniva mantenuto in comunicazione con una pompa Gaede e con un serbatoio di gas, mediante una semplice disposizione per mandarvi dell'idrogeno e mantenervi la pressione opportuna.

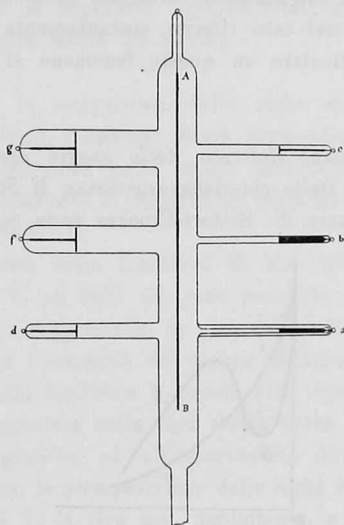


FIG. 1.

Come elettromotore mi serviva la solita batteria di 5000 piccoli accumulatori: l'intensità della corrente veniva opportunamente regolata mediante tubi di acqua interposti nel circuito. L'elettrodo positivo era collegato sempre con A; il negativo successivamente con i sei elettrodi laterali. Il diametro dei sei rami cilindrici aveva i seguenti valori:

tubi	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
mm.	1,8	2,7	4,6	9,4	20,5	27,0

Facendo variare entro ampî limiti la corrente e la pressione, ho osservato che la lunghezza dello spazio catodico, ad una data pressione, è quasi indipendente dalla sezione del tubo.

La lunghezza dello spazio oscuro dipende dalla intensità della corrente che passa nel tubo ⁽¹⁾. Secondo Schuster, cresce lievemente colla corrente: Wehnelt invece ha trovato che diminuisce. J. J. Thomson crede che la

(¹) J. J. Thomson, loc. cit., pag. 547.

lunghezza dello spazio oscuro abbia un certo valore stazionario quando la intensità della corrente varia intorno ad un certo valore; e cresce o decresce colla corrente, secondo che questa è da una parte o dall'altra del suo valore particolare.

Però nelle condizioni delle esperienze da me fatte, con tubi cilindrici sottili e catodo esteso per tutta la sezione, variando ampiamente la corrente (per. es., da 0,5 a 2 milliampères in un tubo di 1,7 mm. di diametro), io non mi sono accorto di una sensibile variazione della lunghezza dello spazio oscuro; essa risultava, nel caso riferito, costantemente di circa 2,2 mm.

Una indagine particolare su questo fenomeno si presenta non scevra di interesse.

L'intensità del campo elettrico nello spazio oscuro alle diverse distanze del catodo. — Dalle classiche esperienze di Schuster ⁽¹⁾, si deduce che il campo nello spazio di Hittorf-Crookes varia con legge esponenziale

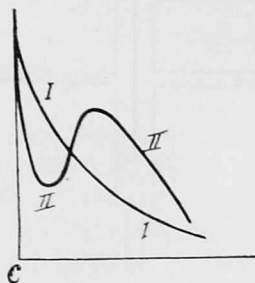


FIG. 2.

(curva 1 della fig. 2, nella quale sulle ascisse sono riportate le distanze dal catodo e secondo le ordinate i corrispondenti valori dell'intensità del campo).

Graham ⁽²⁾ ha trovato invece un altro andamento (curva II. fig. 2).

Il campo decresce molto rapidamente davanti al catodo, e raggiunge un minimo; poi cresce fino ad un massimo, e quindi torna a decrescere più lentamente. Skinner ha trovato che quasi tutta la caduta è localizzata nello strato vicinissimo al catodo, e che è piccolissima nel resto dello spazio oscuro. J. J. Thomson crede che quest'ultimo risultato sia dovuto al fatto che i fili delle sonde collocate nello spazio oscuro non prendevano il potenziale del gas nel punto in cui erano collocati. Infatti le esperienze di Strachan riferite dal Thomson ⁽³⁾, nelle quali l'intensità del campo si de-

⁽¹⁾ Proc. Royal Soc., XLVII, pag. 526, 1890.

⁽²⁾ Wied. Ann., LXIV, pag. 49, 1898.

⁽³⁾ J. J. Thomson, loc. cit., pag. 532.

termina mediante la deviazione che subisce un pennello di raggi catodici attraversando normalmente lo spazio oscuro a diverse distanze del catodo, danno dei risultati che accordano con quelli di Schuster e di Graham, nel senso che la forza elettrica, pur crescendo rapidamente vicino al catodo, ha sempre valori notevoli nel resto dello spazio oscuro.

Rimane la divergenza fra i risultati di Schuster e quelli di Graham. Wehnelt (¹), ripetendo le esperienze di Graham, non ha trovato il minimo della curva 2, che può essere spiegato con un difetto di allineamento dei fili esploranti, poichè le superficie equipotenziali nello spazio oscuro non sono piani paralleli alla faccia del catodo.

La distanza fra le componenti delle righe spettrali decomposte per effetto del campo elettrico, è, secondo Stark, proporzionale alla forza elettrica. Ebbene, questa scomposizione nello spazio oscuro con tubi ad idrogeno ci può quindi dare direttamente il diagramma della forza elettrica in funzione della distanza dal catodo (²).

Quando si proietta sulla fenditura di uno spettroscopio l'immagine dello spazio catodico di un tubo ad essa parallelo ogni componente ha la forma della curva che rappresenta, in assi ortogonali e con unità corrispondenti, la relazione fra l'intensità del campo elettrico, riportata secondo un asse perpendicolare alla fenditura e quindi alla riga non decomposta, e le distanze del catodo riportate sulla riga stessa presa come asse.

Nelle prove fotografiche ed all'osservazione diretta, quando il tubo è parallelo alla fenditura, la scomposizione delle righe spettrali mostra sempre una configurazione ad Y; la riga non decomposta, e quindi l'asse delle distanze dal catodo, è verticale e coincide colla parte inferiore della Y, e ognuno dei rami inclinati, cioè ogni componente (per le vibrazioni parallele al campo elettrico le componenti sono sempre due e divergono di più), rappresenta la distribuzione del campo. Il punto di convergenza corrisponde al limite dello spazio oscuro. Queste componenti risultano quasi rettilinee, quindi se ne deduce che il campo ha un andamento che si avvicina di più a quello di Schuster (curva I, fig. 2) e che si può ritenere, in prima approssimazione, lineare.

Il campo elettrico e il diametro dei tubi. — Se il potenziale nello spazio oscuro varia colla distanza x dal catodo seguendo una legge costante indipendente dalla lunghezza d : cioè se è

$$V = K f\left(\frac{x}{d}\right),$$

(¹) J. J. Thomson, loc. cit., pag. 541.

(²) A. Lo Surdo, Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. XXIII, serie 5^a, fasc. 5^o, seduta del 1^o marzo 1914.

per modo che il campo risulta

$$-\frac{dV}{dx} = -\frac{K}{d} f' \left(\frac{x}{d} \right),$$

l'intensità del campo elettrico sarà tanto maggiore, per uno stesso valore di x/d , quanto più piccola è la lunghezza dello spazio oscuro.

Ora, come ho già accennato, la forma delle componenti delle righe spettrali, decomposte in differenti condizioni, ci indica che la legge di variazione si può ritenere, in prima approssimazione, lineare. L'esperienza riferita avanti, mostra d'altra parte che, a parità di pressione, la lunghezza dello spazio catodico non dipende dalla sezione del tubo.

Ed allora, ricordando la formula di Stark, si può concludere che campi elettrici ugualmente intensi si possono ottenere nello spazio oscuro anche con tubi larghi, quando si aumenta la intensità della corrente proporzionalmente alla sezione riempita dal catodo.

Nelle mie esperienze ho sempre adoperato tubi sottili; ma dalle considerazioni ora esposte risulta che lo stesso effetto si potrebbe ottenere con tubi larghi. Però difficoltà di ordine pratico ci fanno preferire i tubi sottili. La corrente riscalda notevolmente il catodo e le pareti del tubo; la dissipazione del calore sviluppato avviene evidentemente con maggiore facilità nei tubi sottili che hanno maggiore superficie di contatto coll'esterno.

Coi tubi del diametro di mm. 1,5, nelle mie esperienze, bastava una intensità di circa un milliampère; ma se avessi voluto adoperare tubi di 15 mm., avrei dovuto far passare 100 milliampères per ottenere lo stesso campo. Con una caduta di 7000 volts la potenza, che prima era di 7 watt, ora sarebbe diventata di 700 watt, più di un cavallo-vapore.

E non sarebbe poi facile avere a disposizione una corrente tanto intensa, a potenziali altissimi.