

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

I cicli della fig. 1 sono tracciati con questi valori. Il rapporto tra i segmenti OS' ed OS graficamente determinato è

1,24.

Magnetizzati poi uno a uno i 200 fili colla corrente di 3 amp. e messi a posto uno a uno con cura nella cunetta di legno, si ottenne estraendo un'elica indotta di 8 spire (nel modo detto sopra) la deviazione di mm. 59,2; colla medesima elica si ottenne invece pel fascio magnetizzato colla corrente di 3 amp. dopo formato, la deviazione di mm. 47,2. Il rapporto tra questi due numeri è

1,25.

La concordanza di questo valore col precedente è tale che la verifica della teoria si può dire riuscita perfettamente. Tuttavia ho ripetuto la stessa serie di esperienze in altre condizioni ottenendo sempre lo stesso soddisfacente risultato.

Questa verifica non mi pare senza importanza, perchè mostra ancora una volta che dalle cognizioni che si posseggono intorno al materiale, cioè dalla conoscenza della curva normale e dei cicli di isteresi si può dedurre immediatamente l'interpretazione di taluni fenomeni che furono spesso attribuiti a speciali proprietà. In altra occasione darò altri esempi analoghi.

Fisica. — *Sulla velocità dei raggi catodici* ⁽¹⁾. Nota di Q. MAJORANA, presentata dal Socio BLASERNA.

Le differenze che corrono tra la natura dei raggi catodici e quella delle altre radiazioni conosciute, sono ben note. Caratterizzano in ispecial modo i raggi catodici, il peculiare loro modo di emanare dall'elettrodo negativo, e la loro deviabilità in un campo magnetico.

In conseguenza di queste proprietà, molti fisici, specie quelli della scuola inglese con a capo Crookes, appoggiano la teoria materialista dei raggi catodici, paragonando questi, a getti di particelle materiali elettrizzate. Contro tale ipotesi si è schierata la scuola tedesca con Goldstein, Hertz, Wiedemann ecc., sostenendo che i raggi catodici debbano essere di natura simile a quella della luce ordinaria, cioè vibrazioni eteree. Ricorderò a proposito l'argomentazione di Hertz, il quale equiparava la deviabilità dei raggi catodici nei campi magnetici, alla rotazione del piano di polarizzazione della luce ordinaria, nelle stesse condizioni.

Benchè queste due ipotesi sieno già conosciute da quasi un ventennio, pure, sin'oggi, nessuna delle due è stata definitivamente abbandonata.

Ora un dato di fatto che arrecherebbe molta luce sulla interpretazione di questi fenomeni, sarebbe certamente la conoscenza del valore della velo-

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto Fisco dell'Università di Roma.

cità dei raggi catodici. Giacchè, se questi dovessero ritenersi costituiti da vibrazioni eteree, è da aspettarsi che quel valore sia dello stesso ordine di quello della velocità della luce; mentre ammettendo la teoria materialista di Crookes, ripugnerebbe alla nostra mente, che particelle pesanti potessero essere dotate di velocità simile a quella di propagazione delle vibrazioni eteree.

Devesi a J. J. Thomson ⁽¹⁾ il primo tentativo di determinazione di questa velocità; quel fisico osservando la differenza di tempo che intercede tra i due istanti in cui, due tratti diversi di un tubo di scarica situati a diversa distanza del catodo, diventano fluorescenti, sotto l'azione dei raggi catodici, emananti istantaneamente da quello, arriva alla conclusione che quella velocità sia di 190,000 metri a secondo; valore che all'incirca è $\frac{1}{1000}$ di quello della velocità della luce. Ma benchè questo valore trovi una coincidenza con altro ottenuto dallo stesso fisico, considerando la curvatura dei raggi catodici nei campi magnetici, esso non offre un grande affidamento. Infatti è noto che i fenomeni di fluorescenza o di fosforescenza sono relativamente lunghi, e può quindi incorrere in errore chi, dalla osservazione di essi, volesse dedurre il valore degli intervalli di tempo esistenti tra le manifestazioni istantanee di agenti che li provocano.

Altri tentativi sono stati fatti recentemente da Des Coudres e indi da Wiechert ⁽²⁾.

Questi fisici servendosi dell'azione del campo magnetico creato dalla stessa scarica che genera i raggi catodici, sono arrivati, con metodi differenti, a cifre poco concordanti tra loro e con quelle di Thomson.

Pertanto, volendo io procedere in modo più sicuro alla determinazione della velocità dei raggi catodici, ho abbandonato i metodi sin qui seguiti, ed ho tratto partito da una proprietà ben nota di quei raggi. Voglio dire delle cariche elettrostatiche da questi generati sui corpi posti sul loro cammino.

In una Nota precedente ⁽³⁾ ho accennato ad uno studio da me fatto sulla natura di queste cariche; nell'attuale faccio vedere come esse possano venire utilizzate nelle presenti ricerche.

Il tubo di scarica da me usato è indicato nella figura 1.

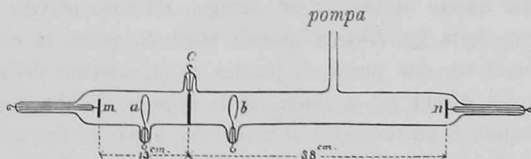


FIG. 1. 1:10 dal vero.

⁽¹⁾ *On the velocity of the cathode-rays.* Philos. Magaz., vol. XXXVIII, pag. 358, 1894.

⁽²⁾ *Beiblätter*, 1897, n. 5, p. 443.

⁽³⁾ *Rend. Acc. Lincei* 4 luglio 1897.

Il catodo C è posto fra due anodi in forma di anello a, b . I due anodi sono equidistanti dal catodo; e questo, come si scorge dal disegno, non si trova sulla parte centrale del tubo, ma più vicino al lato di sinistra. Alle due estremità del tubo si trovano due elettrodi m, n , in forma di dischi, i quali vengono colpiti dai raggi catodici, emananti da C . Per quanto dissi nella mia Nota precedentemente citata, se si vuole che dal disco C emanino dei raggi catodici, tanto a destra che a sinistra, occorre assolutamente adottare il ripiego di usare i due anodi a e b come è stato indicato. Giacchè essendo il disco C di diametro poco inferiore a quello del tubo, qualora venisse adoperato soltanto uno dei due anodi, la produzione dei raggi catodici verrebbe limitata al corrispondente lato del tubo di scarica.

Suppongasi ora di unire C col polo negativo di un rocchetto di induzione, e a e b col positivo; quando la rarefazione del tubo ha raggiunto il dovuto valore, i due dischi m, n vengono colpiti dai raggi catodici, e grazie alla loro superficie piuttosto grande, si elettrizzano fortemente. Ciò può con statarsi avvicinando un dito ad uno dei fili di platino comunicanti con m o con n ; si vedrà allora, ad ogni interruzione del rocchetto, una scintilla smilza, lunga talvolta anche un centimetro. Tali scintille sono effettivamente dovute ai raggi catodici, giacchè quando questi vengono deviati con un potente magnete, esse si impiccoliscono e talvolta si annullano.

I due dischi m, n si trovano a differente distanza dal catodo; e propriamente il tratto Cm è più corto di 25 cm. del tratto Cn . Ora è naturale ammettere che, se una scarica veramente istantanea traversa il tubo mediante gli elettrodi C, a e b , si abbiano due emissioni istantanee e contemporanee di raggi catodici alla destra e alla sinistra del catodo; e poichè i due fasci di raggi catodici, per arrivare ai due dischi m, n , debbono percorrere cammini di differente lunghezza, le scintille che si traggono da m ed n con dei conduttori posti in comunicazione col suolo o con delle capacità, avverranno in istanti di tempo diversi; e ciò dipendentemente dal fatto che la velocità dei raggi catodici qualunque essa sia, non può essere infinita. La conoscenza dell'intervallo di tempo compreso fra quei due istanti può quindi condurre alla determinazione della velocità dei raggi catodici.

Per studiare questo intervallo di tempo, mi sono servito in principio della disposizione della fig. 2. Una piccola sfera S , posta in comunicazione col suolo, è situata tra due punte di platino P, Q , ciascuna delle quali è collegata con uno dei dischi m, n , della fig. 1. Quando il tubo descritto è traversato dalla scarica di un rocchetto di induzione, appaiono due scintille tra la sfera e le due punte, per ogni oscillazione dell'interruttore di Foucault. Quelle scintille, guardate direttamente, si presentano come due segmenti rettilinei l'uno sul prolungamento dell'altro; e l'esame di esse con uno specchio girante, potrebbe rivelare se esse avvengano contemporaneamente. Ma l'uso di uno specchio, girante anche con piccola velocità, rivela invece che il fenomeno di

quelle scintille è molto complesso ed irregolare. Infatti ad ogni interruzione del rocchetto, e quindi ad ogni emissione dei raggi catodici, non corrisponde una sola coppia di scintille, ma una diecina per lo meno, succedentisi ad intervalli di tempo relativamente lunghi: $\frac{1}{50}$ di secondo circa. Inoltre ciascuna coppia di scintille non è sempre costituita da due tratti rettilinei l'uno in prolungamento dell'altro, e spesso è facilissimo osservare uno spostamento secondo il senso di rotazione dello specchio, sia di quella di destra che di quella di sinistra.

Quest'ultima circostanza fa dunque supporre che quelle scintille non avvengano immediatamente dopo la formazione delle cariche sopra i due dischi laterali del tubo, ma talvolta esse ritardano, forse in conseguenza della insufficienza delle cariche stesse.

Ho allora abbandonato l'uso dello spinterometro descritto, ed ho ricorso ad altro principio. La scarica attraverso un gas rarefatto, specie quando questo presenta la massima conducibilità ($\frac{1}{10}$ di millimetro di pressione) può avvenire dentro limiti molto estesi del potenziale del corpo che si scarica. Questo fatto mi ha indotto a sostituire allo spinterometro della figura 2,

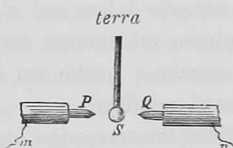


FIG. 2. al naturale.

un tubo ad aria rarefatta, di speciale costruzione che indico nella fig. 3. Esso è costituito da due tratti di tubo capillare $c c'$ saldati oppostamente

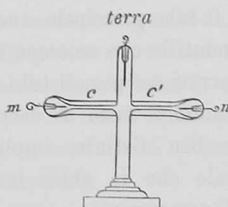


FIG. 3. 1:3 del vero.

a forma di croce, su di altro tubo di diametro più grande. I due tratti capillari portano due elettrodi filiformi che vengono posti in comunicazione con i dischi mn della fig. 1, e un terzo elettrodo posto a terra si trova nel

ramo a diametro grande. Il tubo è rarefatto ad $\frac{1}{10}$ di mm. circa. Quando la scarica del rocchetto traversa il tubo della figura 1, i tratti capillari dell'apparecchio ora descritto si illuminano. Deviando nel tubo principale con un magnete, i raggi catodici che colpiscono il disco *m*, o il disco *n*, si oscura in corrispondenza, il tratto di sinistra o il tratto di destra del tubo della fig. 3.

Esaminando il fenomeno luminoso che si manifesta in questo tubo, con uno specchio, girante con moderata velocità attorno ad un asse parallelo ai tratti luminosi, si osserva bensì che a ciascuna scarica traversante il tubo principale corrisponde una serie di cariche parziali, ma le due braccia del tubo si illuminano in guisa che le loro immagini appaiano sempre l'una sul prolungamento dell'altra. Resta così evitato l'inconveniente accennato nel caso delle due scintille nell'aria.

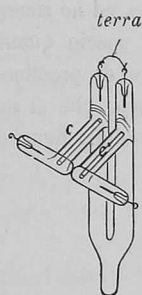


FIG. 4. 1 : 3 del vero.

Ma il tubo descritto presenta il difetto di un potere luminoso assai debole, talchè riesce assai difficile il suo esame già alla distanza di qualche metro con uno specchio girante. Ad evitare quest'inconveniente ho dato ad esso la forma della figura 4, dove i tratti capillari *cc'* sono paralleli e vicini, e la luce che essi emettono, può venire osservata secondo i loro assi. Con ciò si esamina un fenomeno luminoso più intenso costituito da due cerchietti di diametro eguale a quello dei tubi capillari *cc'*, anzichè da due tratti rettilinei.

Ho detto che servendosi, della disposizione accennata, il fenomeno luminoso che si osserva collo specchio girante nei tubi descritti, è sempre multiplo, per ciascuna scarica del rocchetto. Ora sorge il dubbio se questa molteplicità sia dovuta ad una corrispondente molteplicità della scarica originaria che traversa il tubo principale, oppure provenga dallo speciale modo di caricarsi e di scaricarsi dei dischi *m, n*. A sciogliere questo dubbio basta esaminare direttamente con lo specchio girante la scarica del rocchetto, facendola traversare, oltre che per il tubo principale, anche per un corto spinterometro. Si osserva allora che le scintille che scoccano in questo, presentano esattamente gli stessi caratteri, osservati nei piccoli tubi sussidiari descritti. E poichè è chiaro che per l'attuale studio, il fatto di dover esaminare delle scariche multiple, anzichè semplici e ben distinte, implica una maggiore difficoltà di osservazione, così è naturale che io abbia tentato di trovare una disposizione, che fosse priva dell'inconveniente accennato.

Lo spazio non mi consente di descrivere tutti i tentativi da me fatti; mi limito quindi a dire, della disposizione che sotto quel riguardo mi ha fornito i migliori risultati. Ho abbandonato l'uso del rocchetto di induzione sostituendovi una macchina di Holtz a 4 dischi. Essa è schematicamente indicata in *H* (fig. 5), ed è fornita dei soliti condensatori *C*.

Le armature interne di questi danno delle scintille in *S*, e la lunghezza di queste scintille può essere variata a volontà. Le esterne sono invece collegate

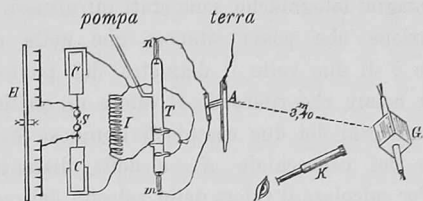


FIG. 5.

con una resistenza induttiva *I*, e col tubo principale di scarica descritto *T*. La resistenza *I* ha lo scopo di permettere facilmente, la formazione delle cariche dei condensatori *C*, e di evitare nello stesso tempo una continua e debole illuminazione del tubo *T*. Ad ogni scintilla in *S* corrisponde un'unica scarica in *T*, e il tubo ausiliario *A*, collegato con *T* come si è detto, ed esaminato con lo specchio girante *G* e con un cannocchiale, fornisce due unici punti luminosi, che, per qualunque velocità dello specchio, non si scompungono in altri. Lo specchio *G* è costituito da un cubo di 37 mm. di lato, di acciaio, a tutta tempera, portato a pulimento su quattro facce; ed è stato costruito dalla casa Koenig di Parigi. Esso è mosso da un motore elettrico, e può fare sino a 300 giri a minuto secondo. Ma per i risultati che ora riporto, è sufficiente che ne faccia solo 150 circa.

Si metta in moto la macchina di Holtz, e si regoli lo spinterometro *S* in guisa che in esso scocchino 4 o 5 scintille al minuto secondo. Ho dovuto convincermi che, con gli apparecchi da me usati e con la disposizione indicata, questa è la frequenza più adatta per delle buone misure. Una frequenza più grande genererebbe, in conseguenza delle cariche più piccole, un indebolimento nel fenomeno luminoso del tubo *A*, tale da renderne difficile l'osservazione; mentre una frequenza minore, avrebbe l'inconveniente di rendere meno probabile che l'immagine riflessa da una delle facce dello specchio *G* possa essere vista attraverso il cannocchiale *K*. Operando come si è detto si osserva, guardando col cannocchiale *K*, l'immagine dei due punti luminosi di *A*, ogni 20 o 30 secondi.

Se lo specchio fa circa 150 giri a minuto secondo, le immagini dei due punti *m*, *n* del tubo *A* non si osservano più sulla stessa orizzontale e quella del punto *n*, è alquanto spostata rispetto all'altra, secondo il senso di rotazione dello specchio. Ciò indica evidentemente un ritardo del fenomeno luminoso che avviene in *n* su quello che avviene in *m*. È difficile apprezzare con grande esattezza il valore di questo spostamento, trattandosi di fenomeni

luminosi relativamente deboli, e che sono visibili, solo dopo che l'osservatore si è abituato all'oscurità della sala di esperimento. Anzi a causa della piccola intensità luminosa dei due punti, tutti i tentativi che ho fatto per ottenerne delle immagini fotografiche, sono stati infruttuosi. Pur tuttavia è con buona approssimazione che posso ritenere che nelle condizioni indicate quello spostamento è di due volte il diametro del punto luminoso cioè di 2,5 mm. Interessa notare che riferendo il valore di quello spostamento, alla grandezza delle immagini dei due cerchietti luminosi, è inutile tener conto dell'ingrandimento del canocchiale K , e della distanza di questo dallo specchio girante. Per calcolare il valore della velocità dei raggi catodici in base a questo dato, ricorro alla figura 6. Indichi A la posizione dei due punti lumi-

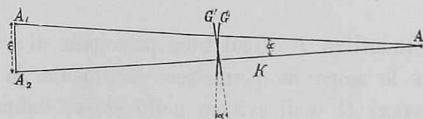


FIG. 6.

nosi, che possono ritenersi coincidenti; e sia G la posizione dello specchio per la quale il punto A dall'occhio dell'osservatore situato in K viene visto in A_1 ; in tale posizione si ammetta che avvenga il fenomeno luminoso in m . Un istante dopo avviene quello in n . Intanto lo specchio si è spostato dell'angolo α , e l'immagine di A sarà in A_2 . Il segmento ϵ rappresenta dunque quei 2,5 mm. che precedentemente si sono apprezzati.

Sia n il numero dei giri a minuto secondo dello specchio, d la distanza del tubo A dallo specchio, ed L la differenza di cammino dei due fasci di raggi catodici nel tubo della fig. 1; è facile riconoscere che la velocità v dei raggi catodici, è data da

$$v = \frac{4 \pi d n L}{\epsilon}$$

Sostituendo in questa i valori delle varie lunghezze espresse in metri e quello di n , sarà

$$v = \frac{4 \cdot \pi \cdot 3,40 \cdot 140 \cdot 0,25}{0,0025} = 600.000 \frac{\text{metri}}{\text{secondi}}$$

Questo valore è notevolmente più grande di quello trovato dai J. J. Thomson; ma è facile conciliare questa divergenza, tenendo conto delle seguenti considerazioni.

Osservando mediante lo specchio girante l'immagine dei due punti luminosi del tubo A (fig. 5), accade spesso di vedere che esse sono fornite di code luminose lunghe perfino 6 o 7 millimetri, quando lo specchio fa 140

giri a 1". Queste code sono però, molto meno vivaci, in intensità luminosa, che non i punti stessi.

Ora è anche agevole osservare che la coda luminosa del punto n (disco più lontano dal catodo) è molto più lunga di quella di m ; e questa alle volte manca affatto. Se dunque si considera il caso di una coda luminosa di 7 mm., si vede che il valore di ϵ può anche essere scelto di 10 mm. E allora la velocità v risulta eguale a 150,000 m., valore che è ancora più piccolo di quello trovato da Thomson. È dunque da ritenersi che i raggi catodici che si ottengono nei tubi ordinari di scarica, sieno costituiti da raggi di velocità diversa; e che questa può variare tra i limiti abbastanza estesi di 100 e 600 km. a minuto secondo. Un'ultima osservazione può essere fatta.

Si faccia agire un magnete non troppo forte sopra il fascio di raggi catodici che investe il disco n (fig. 5); in guisa però che il tratto capillare del tubo A collegato con n non si spenga del tutto, e sia ancora abbastanza visibile. Si può allora osservare che l'immagine del punto luminoso n del tubo A , data dallo specchio in moto, non è più accompagnata dalla coda luminosa anzidetta. Questo fatto conferma una supposizione molto nota, che cioè i raggi catodici più deviabili sieno anche i meno veloci.

Fisica. — *Sulla doppia rifrazione elettrica del legno* (1). Nota del prof. DOMENICO MAZZOTTO, presentata dal Corrispondente NACCARI.

1.° *Preliminari.* Le belle ricerche del Righi (2) (3) (4) e del Mack (5) sulla doppia rifrazione che subiscono le onde elettriche propagantesi nell'aria quando attraversano, trasversalmente alle fibre, degli strati di legno, specialmente d'abete e la facilità con cui si può, usando un mio metodo, in altre occasioni descritto ed applicato (6) (7), determinare l'indice di rifrazione elettrica dei solidi, mi invogliarono a determinare con esso metodo, per varie qualità di legno, i due indici principali di rifrazione corrispondenti a vibrazioni perpendicolari o parallele alle fibre. E tanto più mi sembrava opportuna questa ricerca, inquantochè i risultati del Righi e del Mack, se si accordano nel constatare il fatto della doppia rifrazione del legno, constatato in seguito anche dallo Spielmann (8) e dal Lampa (9), non si accordano perfettamente sui valori

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisica della R. Università di Sassari.

(2) A. Righi, R. Accademia delle scienze di Bologna, serie 5ª, tom. IV, pag. 487 (1894).

(3) A. Righi, Wied. Ann. vol. LV, pag. 389 (1895).

(4) A. Righi, *L'ottica delle oscillazioni elettriche*. Bologna, Zanichelli 1897, § 50.

(5) K. Mack, Wied. Ann. vol. LIV, pag. 342 (1895), e vol. LVI, pag. 719 (1895).

(6) D. Mazzotto, Nuovo Cimento, serie 4ª, vol. II, pag. 296 (1895).

(7) D. Mazzotto, Rend. Acc. Lincei, vol. V; II sem., serie 5ª, pag. 301 (1896).

(8) J. Spielmann, Wied. Ann. Beiblätter, vol. XX, pag. 1005 (1896).

(9) A. Lampa, Sitzungsbericht der K. Acc. in Wien. vol. CV, II, pag. 596 (1896).