

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIII

1896

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME V.

I° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1896

L'astro, per la distanza cresciuta tanto dal sole, quanto dalla terra, apparve meno lucido dell'epoca della scoperta e senza coda; tuttavia presentava un nucleo di 11^{ma} grandezza, avvolto da nebulosità irregolare.

Il 13 febbraio la cometa Perrine trovavasi assai vicina ad un'altra cometa più lucente, locchè diede luogo ad equivoco che venne ben presto tolto di mezzo. Pare che il primo a scoprirla sia stato il dott. Lamp, ma che l'accertamento della non identità spetti all'astronomo Perrine del Lick Observatory.

Il nuovo astro fu da me osservato come segue:

1896 febbraio 18 17^h 42^m 8^s RCR; α apparente 19^h 56^m 37^s.94 (9.621 n)
 δ apparente +9° 31' 25".0 (0.733)

Il nuovo astro mi apparve senza coda, con nucleo un po' mal definito, con nebulosità circolare ampia 2' circa.

Fisica. — *Sulla dispersione dell'elettricità prodotta dai raggi di Röntgen.* Nota del Corrispondente AUGUSTO RIGHI.

1. *Dispersione delle cariche elettriche.* In una mia recente Nota ⁽¹⁾ ho fatto conoscere alcune mie esperienze, dalle quali risulta dimostrato che:

I raggi X hanno in comune coi raggi ultravioletti la proprietà di determinare la dispersione delle cariche negative, e di dare origine a cariche positive nei conduttori non elettrizzati.

Come pure che:

I raggi X, a differenza dai raggi ultravioletti, provocano la dispersione anche dai corpi elettrizzati positivamente.

(1) Rend. della R. Accad. di Bologna, seduta del 9 febbraio 1896. Appena stampata questa mia Nota, e cioè l'11 febbraio, mi giunse il n. 5 dei Comptes Rendus dell'Accad. di Parigi, nel quale sono narrate delle esperienze dei signori Benoist e Hurmuzescu dimostranti pure la dispersione delle cariche elettriche prodotta dai raggi di Röntgen. Ho saputo or ora che, sempre indipendentemente e quasi nello stesso tempo, altri hanno scoperto lo stesso fenomeno, e cioè J. J. Thomson a Cambridge, Borgmann e Gerchun a Pietroburgo, e O. Lodge. A Thomson ed a Lodge è però sfuggita la fase finale del fenomeno, giacchè hanno bensì constatata la dispersione della carica di corpi elettrizzati, ma non la produzione di una carica positiva finale, in un corpo inizialmente scarico o comunque elettrizzato. I due fisici di Pietroburgo (vedi Comp. Rend. n. 7 del 17 febbraio 1896) hanno invece riconosciuto che il corpo elettrizzato raggiunge una certa carica finale sotto l'azione delle radiazioni di Röntgen. Però, secondo i medesimi, questa carica finale sarebbe negativa anzichè positiva, e la dispersione delle cariche positive sarebbe più rapida che quella delle cariche negative, per cui i loro risultati sarebbero in completa opposizione con quelli trovati da me e dagli altri fisici nominati più sopra. È importante il notare che i due fisici di Pietroburgo non dicono di avere prese le necessarie precauzioni per eliminare l'azione che sull'elettroscopio possono produrre il tubo di Crookes e il rocchetto che fornisce le scariche, nè quella che può provenire dai raggi che forse colpivano direttamente lo strumento indicatore, e specialmente le parti comunicanti col suolo.

Nella stessa Nota ho poi fatto osservare come questo nuovo effetto prodotto dai raggi X possa fornire un metodo per ottenere una misura relativa della loro intensità. Di questo metodo mi sono di poi occupato.

2. *Misura dell'intensità dei raggi di Röntgen, basata sulla dispersione dell'elettricità da essi provocata.*

Si potrebbe procedere in diverse maniere, e cioè 1° misurare la velocità della dispersione, e cioè la diminuzione di potenziale nell'unità di tempo prodotta in un dato corpo elettrizzato ad un dato potenziale; 2° misurare il potenziale positivo al quale un dato corpo, per esempio allo stato naturale, è portato dalle radiazioni; 3° misurare con un galvanometro l'intensità della corrente che passa pel filo che congiunge il corpo esposto alle radiazioni col polo isolato di una pila.

Il primo metodo è poco pratico ed esatto, perchè richiede letture a tempi stabiliti, ed è esposto a diverse cause d'errore; il secondo pure non sembra suscettibile d'esattezza, e richiede tempo notevole per ogni lettura; il terzo richiede un galvanometro sensibilissimo e a filo lunghissimo, ed io non lo possiedo. Ho quindi preferito un quarto metodo, che ho riconosciuto esatto e facile, e che permette rapide misure. Eccone la descrizione.

Un disco *R* di circa 11 c. di diametro, per esempio di rame (fig. 1), riceve le radiazioni di Röntgen, che escono da una finestra di 10 c. di diametro, chiusa

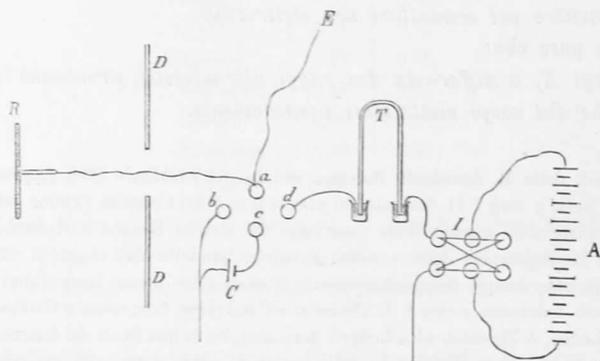


FIG. 1.

con sottile alluminio, e praticata in una parete di piombo (spessore 0,5 c.) d'una grande cassa metallica comunicante col suolo, entro la quale stanno tutti gli apparecchi occorrenti alla produzione dei raggi X. Il tubo di Crookes si trova entro la cassa in tal posizione, che la parete di esso che è colpita dai raggi catodici, sia a piccola distanza dall'alluminio.

Il disco *R* comunica coll'elettrometro di Mascart *E*, e, a seconda della posizione data ad un ponte metallico isolato, con uno dei tre pozzetti di

mercurio b, c, d , il primo dei quali comunica col suolo e con un polo di una coppia campione C , il secondo col polo isolato di questa, ed il terzo d con uno dei poli di una serie A di 10 piccoli accumulatori, di cui il polo opposto è in comunicazione colla terra. Un inversore I permette d'invertire le comunicazioni, e di utilizzare così a piacere o il polo $+$ o il $-$.

Nella comunicazione fra gli accumulatori e il pozzetto d è intercalata una forte resistenza, costituita da un tubo T (lungo 80 c. con foro del diametro di 0,1 c.) pieno di alcool assoluto del commercio.

Se il ponte mobile è fra a e b , il disco (e quindi anche l'elettrometro) è a terra; se è fra a e c , l'elettrometro dà la deviazione prodotta dalla coppia campione, ciò che fornisce il mezzo di tradurre in Volta le deviazioni dell'istrumento. Se infine il ponte è fra a e d , il disco è caricato dagli accumulatori ad un potenziale, che indicherò con v_0 .

Il valore di v_0 si può variare a piacere entro certi limiti, facendo uso d'un numero più o meno grande di accumulatori. Una disposizione semplice, non indicata nel diagramma, permette di variare facilmente questo numero.

Infine, un diaframma metallico non isolato DD , ripara gli apparecchi descritti dalle radiazioni di Röntgen, e un simile ufficio compie un tubo metallico comunicante col suolo (non rappresentato nel diagramma), che circonda il filo che va dal pozzetto a all'elettrometro E .

Posto il ponte in ad , si osserva una deviazione che corrisponde al potenziale v_0 dato dagli accumulatori. Se allora si fanno agire le radiazioni X sul disco R , si nota una diminuzione della deviazione, ed il potenziale diventa v_1 . La nuova deviazione resta immutabile finchè il tubo di Crookes è in azione (se non si verificano cambiamenti d'intensità della radiazione, p. es. per essere in cattive condizioni l'interruttore del rocchetto), giacchè si stabilisce una compensazione fra l'elettricità sottratta nell'unità di tempo dalle radiazioni al disco R , e quella che nella unità di tempo la sorgente fornisce attraverso il tubo T . Quest'ultima è evidentemente proporzionale a $v_0 - v_1$, per cui la diminuzione di potenziale $v_0 - v_1$ misura la dispersione, che nell'unità di tempo il disco subisce quando il suo potenziale è v_1 .

Ho verificato che, almeno fra 4 Volta e 16 Volta, $v_0 - v_1$ è sensibilmente proporzionale a v_1 . Perciò $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ si può prendere come misura della dispersione, qualunque sia v_1 .

La dispersione prodotta dai raggi X , e cioè la quantità $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$, è proporzionale alla loro intensità. Infatti, mediante un semicerchio ed un quadrante di piombo, tagliati da un disco grande quanto la finestra da cui partono i raggi di Röntgen, ed applicati contro l'alluminio in modo da ridurre l'area libera successivamente ai tre quarti, alla metà, oppure ad un quarto, ho ottenuto per $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ valori sensibilmente eguali ai tre quarti,

alla metà, od al quarto, di quello avuto lasciando interamente libera la finestra.

La determinazione di $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ fornisce dunque una misura dell'intensità della radiazione di Röntgen ricevuta dal disco di rame, ed è evidente che questo metodo è incomparabilmente più sicuro ed esatto di tutti quelli ai quali, in mancanza di meglio, si ricorse finora.

Riserbandomi di comunicare in altro tempo i risultati di ricerche, che ora sono appena iniziate, mi limiterò ora a dare alcuni esempi.

Con sette accumulatori e col disco di rame a circa 40 c. dalla finestra, ho una deviazione che corrisponde a $v_0 = 14,98$ V. Fatte agire le radiazioni ho $v_1 = 10,87$ V. (l'elettrometro dà 30 mm. di deviazione per un Volta, per cui le radiazioni hanno fatto diminuire la deviazione di circa 123 mm.) (1).

L'intensità della radiazione sul disco è dunque rappresentata da $\frac{v_0 - v_1}{v_1} = 0,376$.

Posta fra la finestra ed il disco una lastra di cristallo da specchio grossa 0,85 c., trovo $v_1 = 14$ V., e quindi la nuova intensità della radiazione sul disco è $\frac{v_0 - v_1}{v_1} = 0,07$. Il rapporto $\frac{0,07}{0,376} = 0,186$, cioè quasi $\frac{1}{5}$, rappresenta dunque il rapporto nel quale la lastra di vetro riduce l'intensità della radiazione.

Similmente, per una lastra di paraffina di circa 3,9 c. di spessore, il detto rapporto fu di 0,553.

Ho poi constatato che per potenziali un po' elevati, p. es. da 12 V. in su, la dispersione dell'elettricità negativa è appena più rapida di quella dell'elettricità positiva, mentre per potenziali più bassi la differenza si fa più notevole. Ciò si accorda col fatto da me constatato della carica finale positiva, la quale produce un potenziale generalmente di una frazione di Volta.

Un'altra particolarità degna di nota è questa, che mentre adoperando i raggi ultravioletti è necessario pulire spesso i corpi sui quali devono produrre la dispersione fotoelettrica, questa necessità è quasi nulla nel caso dei raggi X.

3. *Azione dei raggi X sui dielettrici.* Dimostrai altravolta che i raggi ultravioletti provocano anche cadendo sui corpi isolanti quella dispersione elettrica che era stata dimostrata nel caso dei corpi conduttori. Lo stesso ho fatto ora per rapporto ai raggi X, giacchè ho riconosciuto che una lastra dielettrica, elettrizzata in + o in —, si scarica allorchè è colpita dai

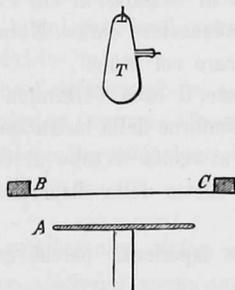
(1) Per dare idea della sensibilità del metodo qui descritto dirò, che col disco di rame collocato a due metri dalla finestra, dietro la quale sta il tubo di Crookes, la diminuzione della deviazione elettrometrica prodotta dai raggi X fu di 3 mm. della scala; per cui si sarebbe distinto certo un effetto anche a distanza doppia. Ora è chiaro che a così grandi distanze l'effetto sui corpi fluorescenti sarebbe quasi nullo, e quello sulle lastre fotografiche richiederebbe parecchie ore di posa per manifestarsi.

nuovi raggi, o più esattamente è ridotta ad un certo stato elettrico positivo, che essa raggiunge anche se è presa allo stato naturale.

Di più, dimostrai altravolta ⁽¹⁾ che sotto l'azione dei raggi ultravioletti si genera una energica convezione di elettricità negativa dalla superficie di una lastra isolante che non ha carica propria, ma è semplicemente polarizzata per trovarsi in un campo elettrico. Sono riuscito ad ottenere un analogo fenomeno anche mediante i raggi di Röntgen, e qui descriverò la relativa esperienza con dettaglio, in quanto che con essa si ottengono delle immagini, che se finora non sono riuscite così perfette e dettagliate come quelle che dà la fotografia, hanno però il pregio di richiedere un tempo d'azione generalmente minore.

4. *Ombre elettriche prodotte coi raggi di Röntgen.* Una lastra metallica *AB* isolata è mantenuta elettrizzata da una piccola macchina elettrica, fino ad un potenziale corrispondente all'incirca a quello necessario per una scintilla nell'aria da 6 a 8 millimetri. Per regolare questo potenziale ho l'uso di mettere gli eccitatori della macchina a 8 mm. di distanza, e di girare tanto lentamente la manovella, che fra essi non scocchino scintille.

A 3 o 4 c. al di sopra della lastra *A* si trova un telaio *BC* nel quale è teso un cartone nero, coperto, nella sua faccia inferiore, di foglie d'allu-



minio, in comunicazione col suolo. Più su ancora, e a 14 o 15 c., è collocato il tubo di Crookes *T*.

Per eseguire l'esperienza si mette, a metà dell'intervallo fra *A* e *BC*, una lastra d'ebanite, che un momento prima è stata asciugata e scaricata sopra una fiamma, e sopra il cartone si pone un oggetto qualunque, per esempio una busta di compassi chiusa. Si fa agire il tubo di Crookes per un paio di minuti; poi si toglie di posto la lastra d'ebanite, e si proietta sulle sue due faccie il noto miscuglio di solfo e minio.

(1) *Sui fenomeni elettrici provocati dalle radiazioni*, II Memoria. Atti del R. Istituto veneto, serie 6^a, t. VII. — N. Cimento, 3^a serie, t. XXV, p. 194 (1889).

Apparisce immediatamente su ciascuna faccia una imagine o ombra degli oggetti posti sul cartone, per esempio della scatola di compassi. Non solo si riconosce il contorno della busta, ma più marcatamente l'ombra dei compassi in essa contenuti. Se la lastra *A* era carica negativamente, l'ombra dei compassi e della busta è rossa in fondo giallo sulla faccia dell'ebanite che era rivolta in su, e gialla in fondo rosso sulla faccia opposta.

Queste nuove ombre elettriche riescono particolarmente bene allorchè la lastra d'ebanite è posata sulla lastra metallica *A*. È bene che in tal caso l'ebanite porti incollata sulla faccia inferiore una foglia di stagno, e allora si proietteranno naturalmente le polveri solo sulla faccia nuda.

Con quest'ultima disposizione, e facendo durare l'azione del tubo di Crookes per 4 o 5 minuti, ho ottenuto una bella ombra della mia mano distesa sul cartone BC. In essa appaiono d'un rosso più carico (se *A* è —) le parti corrispondenti alle ossa della mano, per cui s'intravede il contorno di queste.

5. *Esperienza dimostrativa sulla dispersione prodotta dai raggi X.* Per mostrare a più persone questo fenomeno, si può adoperare un semplice elettroscopio a foglie d'oro, e così feci davanti alla R. Accademia di Bologna. Ma si può fare invece quest'altra esperienza.

Una grande lastra isolata riceve i raggi di Röntgen, e comunica con un elettrodo di un piccolo tubo di Geissler, di cui l'elettrodo opposto comunica con una armatura di un condensatore carico. Naturalmente la seconda armatura di questo deve comunicare col suolo.

Se la carica è assai forte, il tubo s'illumina in seguito alla dispersione energica che ha luogo dal contorno della lastra; ma dopo poco il tubo diviene oscuro. Se a questo istante si eccita il tubo di Crookes, il tubo di Geissler s'illumina nuovamente, per effetto della dispersione provocata dai raggi di Röntgen.

Ho descritto qui questa esperienza perchè mi gioverà richiamarla nel seguente paragrafo.

6. *Azione dei raggi di Röntgen sul radiometro.* I signori Gossart e Chevallier hanno descritto recentemente delle esperienze interessanti ⁽¹⁾, dalle quali essi deducono la conseguenza, che entro un radiometro posto presso un tubo di Crookes in azione, si manifesta *un campo di forza meccanica*, in virtù del quale il molinello, che prima girava sotto l'azione d'una sorgente luminosa qualunque, si arresta, non appena il radiometro è colpito dai raggi X. Fra le altre osservazioni c'è anche questa, che, una volta arrestato, il molinello non riprende a girare, anche dopo che si è cessato di eccitare il tubo di Crookes, che in capo a quasi cinque minuti.

I fenomeni elettrici, dei quali qui mi sono occupato, mi hanno suggerito

(1) C. R. n. 6 (1896).

una spiegazione di quel fatto singolare, che metto avanti però con riserva. Siccome ogni corpo si elettrizza positivamente allorchè è colpito dai raggi X, così è certo che la parte del palloncino del radiometro, rivolta verso il tubo di Crookes, si elettrizzerà. Il prodursi di questa carica e il suo successivo disperdersi, deve provocare un movimento di elettricità, o una convezione elettrica, nel gas rarefatto, press'a poco come accade entro il tubo di Geissler della precedente esperienza. Questa convezione deve poi determinare un orientamento del molinello, di cui una delle alette si immobilizza verso la parte elettrizzata.

È noto che si può ottenere questa orientazione elettrizzando direttamente il vetro, e che essa ha luogo, quantunque per altra causa, scaldando un punto del palloncino (1).

D'altronde, se anche non si vuol tener conto dei moti molecolari del gas, basta riflettere che una carica elettrica localizzata in una porzione della parete del palloncino, deve orientare il molinello.

Per mettere alla prova la spiegazione proposta, ho eseguito più volte l'esperienza, alternativamente col palloncino ben asciutto esternamente, o completamente bagnato. Il molinello girava lentamente sotto l'azione della luce diffusa e si arrestava, non appena il tubo di Crookes era posto in azione, se la superficie esterna del vetro era ben asciutta. Se questa era bagnata, il molinello continuava a girare liberamente anche sotto l'azione dei raggi X. Evidentemente, non si poteva in tal caso localizzare una carica in una porzione di parete, e la forza orientatrice mancava.

Non voglio asserire che l'elettrizzarsi del palloncino sia la causa unica del fenomeno osservato dai signori Gossart e Chevallier; ma almeno mi sembra che abbia una parte notevole nella produzione del fenomeno stesso.

Fisica. — Sulla produzione delle ombre di Röntgen, per mezzo della dispersione elettrica provocata dai raggi X. Nota del Corrispondente AUGUSTO RIGHI.

Dopo compiuta la redazione della precedente Nota, *Sulla dispersione della elettricità prodotta dai raggi di Röntgen*, mi è stato possibile il semplificare e perfezionare alquanto l'esperienza descritta nel § 4 di quella Nota.

Prima di tutto ho soppresso la piccola macchina ad influenza colla quale si crea il campo elettrico nel quale è collocata la lastra di ebanite che riceve la radiazione. Anche se le due lamine conduttrici *A* e *BC* (vedi la seconda figura della Nota citata) sono entrambe in comunicazione col suolo, si ottiene, dopo qualche minuto d'azione del tubo *T*, una imagine sull'ebanite,

(1) *La scienza applicata*, vol. I, parte II, fasc. 8.