

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

# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

**Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.**

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

*pervenute all'Accademia prima del 5 settembre 1897.*

*Fisica. — Se i raggi X esistano già nel fascio catodico che li produce.* Nota del Corrispondente A. RÖNTG.

## I.

Al quesito posto in capo a questa Nota i più rispondono che no; ma vi sono delle eccezioni, e però non è ozioso togliere di mezzo ogni dubbio.

I raggi X si distinguono dai raggi catodici perchè non sono deviati dalle calamite e perchè hanno un potere penetrante maggiore; ma la distinzione non è recisa perchè, come vi sono dei catodici più o meno deviabili, così vi sono degli X più o meno penetranti nelle varie sostanze, ed al limite, se non si può ancora ammettere, non si può nemmeno escludere con sicurezza l'esistenza di raggi catodici indeformabili, nè di raggi X alquanto pieghevoli in campi magnetici intensissimi, e d'altro canto se i vari mezzi materiali sono torbidi pei raggi catodici, non sono limpidi perfettamente pei raggi X.

In questo stato di cose è permesso di sostenere di fronte agl'inglesi, i quali con ottime ragioni difendono ancora il concetto della materia radiante di Crookes, che le due specie di raggi non sieno essenzialmente diverse, ma che per gradi si passi dall'una all'altra. E lo stesso Röntgen nella sua terza comunicazione (1) si mostra proclive ad ammetterlo.

Ma da ciò all'asserire che i raggi X derivino dai raggi catodici per semplice sottrazione, ci corre.

(1) Sitzungsberichte der Akademie zu Berlin, vom 13. Mai 1897, XXVI, pag. 576.

Fra i varî tentativi di giustificare siffatta asserzione devo citare i nostrali (1); m'astengo però di analizzarli punto per punto giacchè non voglio che il presente scritto acquisti nemmeno la parvenza di polemica. D'altronde basterà un poco di buona volontà a confutarli se si ponga mente alle seguenti circostanze.

1°. Se ci si accinge a determinare la dispersione osservando le variazioni di potenziale che presenta un conduttore posto in un tubo di scarica, soggetto o no ad azioni magnetiche, torna impossibile stabilire d'onde provenga e qual via segua l'azione dispersiva poichè la distribuzione e le fluttuazioni della elettricità per entro il tubo non sono ancora bene assegnabili (2), e perchè il fenomeno si complica essendo ionizzato il gas residuo, come è stato provato da J. J. Thomson.

2°. Ogni punto d'un corpo colpito dai raggi catodici diventa punto d'emanazione di raggi X che vanno in tutte le direzioni tanto nel tubo quanto nel corpo colpito fino a profondità rilevanti, e quindi possono attraversarlo ed uscire all'esterno. Dunque per sostenere la tesi che i raggi X esistano già nel fascio catodico, è forza dire che essi, incontrando un corpo, non vanno dritti, ma si diffondono in tutte le direzioni.

3°. Se non che le impressioni fotografiche esterne al tubo e le ombre rivelate dagli schermi fluorescenti, si spostano e si modificano in corrispondenza alle deviazioni dei raggi catodici interni: e quindi non si può negare che anche i punti colpiti dai raggi deviati diventino luogo d'emanazione di raggi X non deviabili, e sarebbe assurdo ritenere che questi si trovassero già nel fascio che li ha suscitati.

4°. Per ultima difesa della tesi bisogna dunque affacciare che, se non tutti, buona parte dei raggi X erano contenuti nel fascio catodico, e precisamente la parte che non obbedisce all'azione magnetica.

Più sotto riferirò alcune esperienze le quali dimostrano invece che, se se per avventura entrano a formare il fascio catodico dei raggi indeformabili, essi hanno intensità incomparabilmente minore dei raggi X uscenti dal medesimo tubo.

5°. Per conseguenza non resta altra interpretazione che quella secondo la quale i raggi catodici si trasformino battendo sugli ostacoli, analogamente a quanto accade nei comuni fenomeni di calorescenza o di fluorescenza dovuti ai varî raggi dello spettro solare.

(1) A. Battelli, N. Cimento, ser. 4<sup>a</sup>, t. III, pag. 193 e t. V, pag. 386; A. Battelli ed A. Garbasso, id. id., t. III, pag. 289; t. IV, pag. 129; t. VI, pag. 5.

(2) Ed infatti, per poco che si mutino le condizioni dell'esperienze, si può arrivare a risultati contraddittori. Per esempio Battelli e Garbasso (N. Cimento, t. IV, pag. 129 e t. VI, pag. 5) trovano che i raggi catodici adducono sopra un conduttore isolato una carica positiva (nell'ultima Nota si legge *negativa* per errore di stampa), e prima di loro Perrin (Compt. Rend., t. CXXI pag. 792) l'aveva trovata negativa.

6°. Dal canto loro i raggi catodici propriamente detti, quelli cioè deviabili per azione magnetica, si riflettono e si trasmettono attraverso a sottili strati, passando nel vuoto o nell'aria con tutte le loro proprietà caratteristiche. Ce lo ha insegnato il Lenard, e lo confermano le recenti esperienze di fotografie prese nell'interno dei tubi, le quali in ultima analisi, se l'involucro della pellicola impressionabile è sottilissimo, non sono che la ripetizione sotto altra forma di quelle ormai classiche del Lenard medesimo.

7°. È naturale che non si sia riscontrata la regolarità nella riflessione dei raggi catodici, in primo luogo perchè generalmente non si sono adoperate delle superficie abbastanza piane e terse, in secondo luogo perchè anche gli specchi otticamente perfetti si dimostrano rugosi per questi raggi. Nè so capire come si possa asseverare che non seguono le leggi della diffusione tanto varie e non ancora stabilite a pieno; quindi fino a prova contraria converrà ritenere che essi si diffondano.

8°. L'emissione dei raggi X non è confinata alla superficie dell'ostacolo colpito, ma avviene entro uno strato di grossezza sensibile: e ciò deriva <sup>(1)</sup> come conseguenza dal fatto che essa non segue la legge del coseno, ma è costante in tutte le direzioni. E però, come posero in evidenza l'Hertz ed il Lenard, gli strati sottilissimi sono trasparenti pei raggi catodici, che vi si trasformano in piccola parte; ma aumentandone la grossezza, diminuisce fino a zero l'intensità dei raggi trasmessi, mentre in cambio l'intensità dei raggi X emanati da quegli strati va aumentando fino ad un massimo, così che le fotografie prese nell'interno dei tubi su pellicole protette da involucro non tanto sottile saranno dovute piuttosto agli X che ai catodici.

9°. Il Lenard aveva certamente sotto mano i raggi segnalati poi dal Röntgen, e gli sfuggirono forse perchè lo schermo al chetone sul quale faceva le osservazioni, se è fluorescente sotto l'azione dei raggi catodici, non è tale sotto quella dei raggi X <sup>(2)</sup>, ma più probabilmente perchè le sue finestre di foglia d'alluminio erano troppo sottili per emettere raggi X di sufficiente intensità, e per ciò sotto l'azione della calamita gli apparivano più o meno devianti tutti i raggi che per quelle finestre uscivano dal tubo.

10°. Inventati i tubi così detti *focus*, nei quali fa da anticatodo una lastrina di platino inclinata a 45°, si ottennero con essi delle fotografie a contorni così netti da indicare che il luogo d'emanazione dei raggi X fosse ristretto ai punti del platino colpiti dal fascio catodico. Ma si notò ben presto che sotto la scarica tutta la parete davanti alla lastrina splende di luce fluorescente, mentre la parte posteriore rimane quasi oscura, a meno che alla lastrina di platino non sia sostituita una foglia. Ed un oggetto collocato entro il tubo davanti alla lamina anticatodica dà un'ombra tanto sulla parete quanto

(1) Ch.-Ed. Guillaume, *Sur l'émission des rayons X*. Compt. Rend., t. CXXIII, pag. 450.

(2) J. Precht, *Wied. Ann. Bd.*, LXI, pag. 345.

sopra uno schermo fluorescente esterno: la prima ombra si sposta per effetto dell'azione magnetica, la seconda no <sup>(1)</sup>.

È dunque indubitato che partono dal platino anticatodico, oltre i raggi X, anche dei raggi di diversa specie, i quali furono chiamati raggi *interni*, e si ritennero diversi dai raggi catodici perchè si disse che non fossero atti a produrre i raggi X e che non provenissero dal fascio incidente nè per riflessione regolare nè per diffusione.

11°. Bisogna riflettere però che le fotografie del tubo, prese colla camera oscura senza obbiettivo, rivelano che dei raggi X, sebbene deboli, partono anche dalla superficie del vetro resa fluorescente dai così detti raggi interni: ed ho già indicato più sopra come la non osservanza della legge della riflessione non sembri ragione sufficiente per distinguere questi raggi dai raggi catodici propriamente detti. E si tenga presente che, mentre i raggi catodici destano una forte fluorescenza nel vetro, mi sono assicurato che nel vetro i raggi X la destano debolissima anche se provenienti da un anticatodo di alluminio che serva da parete divisoria, talchè pel vetro non siano già passati.

## II.

Ecco le promesse esperienze che, secondo me, basterebbero da sole ad escludere che i raggi X derivino dal fascio catodico per semplice sottrazione.

Il tubo, rappresentato dalla fig. 1 ad  $\frac{1}{2}$  del vero, conteneva il solito catodo d'alluminio ed era chiuso da un piatto pure d'alluminio premuto a smeriglio contro l'orlo di vetro. Al piatto era addossato un diaframma di piombo con foro di 1 cm. di diametro, così che arrivavano all'attinometro <sup>(2)</sup> solamente i raggi centrali emanati dal piatto, che faceva da anticatodo e da anodo: e l'altra faccia dell'attinometro, protetta da vetri di cobalto, riceveva la luce da una lampadina incandescente.

Avvicinando al tubo, fra catodo e anticatodo, una calamita permanente, il fascio catodico veniva diretto sulla parete laterale, e nella regione F si distinguevano benissimo i massimi ed i minimi di fluorescenza segnalati dal Birkenland <sup>(3)</sup>.

Insieme colla deviazione del fascio interno si osservava un notevole affievolimento sulla faccia dell'attinometro cosparsa di platinocianuro potassico e rivolta al centro del piatto anticatodico. Con rarefazione moderata, quella faccia da prima brillantissima,

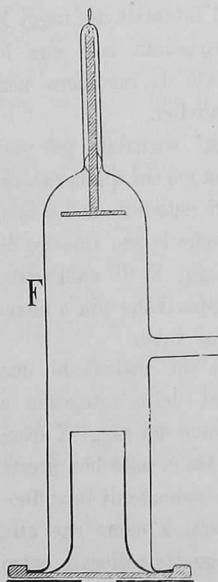


FIG. 1.

(1) S. Thompson, *The Electrician*, 8 gennaio 1897.

(2) *L'Elettricista*, anno V, pag. 197.

(3) *Sur un spectre des rayons cathodiques*. *Compt. Rend.*, t. CXXIII, pag. 492.

diventava perfettamente oscura; però con rarefazioni spinte, presentava ancora  $\frac{4}{100}$  dello splendore primitivo denotando che dall'anticatodo, malgrado la deviazione, partivano dei raggi X. Ma questo piccolo resto poteva essere suscitato, per così dire, di seconda intenzione dai raggi catodici riflessi sulla parete laterale F.

Per chiarire questo dubbio, introdussi nel tubo una canna di piombo appoggiata contro il fondo d'alluminio, com'è indicato nella figura: e con siffatto riparo lo splendore fu ridotto talmente che anche a rarefazioni estreme non bastava più la scala per trovare la posizione in cui la lampadina lo riproducesse uguale sulla seconda faccia dell'attinometro. Era certo ridotto per l'azione della calamita a meno di  $\frac{1}{1000}$ .

Sostituendo poi alla calamita permanente un elettromagnete e separandolo opportunamente dal tubo mediante lastre d'ebanite per impedire che con quell'estrema rarefazione la scarica avvenisse all'esterno, si osservava ad ogni eccitazione dell'elettromagnete il passaggio repentino da un vivissimo splendore dell'attinometro al buio pesto!

Il rocchetto, attivato da un interruttore a mercurio quale fu suggerito da C. Margot<sup>(1)</sup>, dava più che 15 cm. di scintilla fra palline di 2 cm. di diametro, e la corrente magnetizzante dell'elettromagnete era meno di mezzo ampère.

Così rimane dimostrato che probabilmente non esistono raggi catodici indeformabili o, se esistono, non sono trasformabili in raggi X.

### III.

In appendice a questa Nota rammenterò una mia vecchia esperienza<sup>(2)</sup>, la quale dimostra, sebbene ora sia superfluo, che i raggi X non si possono considerare come raggi catodici semplicemente diffusi. Due tubi della forma rappresentata nella fig. 1, fra loro uguali in tutto meno che uno aveva il piatto d'alluminio e l'altro di rame, erano applicati insieme alla tromba ed affidati in derivazione ad un rocchetto di Ruhmkorff. Posta davanti al piatto d'alluminio una lastra di rame, e davanti a quello di rame una lastra d'alluminio in maniera che i raggi X emanati dai due tubi dovessero attraversare grossezze uguali dei due metalli, trovai notevolmente maggiore il potere emissivo del secondo tubo.

Siccome il prof. Battelli<sup>(3)</sup> è giunto ad un risultato diverso trovando che vetro, alluminio e magnesio, cimentati in modo consimile, hanno lo stesso potere emissivo, così mi è sorto il dubbio che l'uguaglianza dei tubi fosse più apparente che reale, giacchè basta la minima traccia di gas occluso nei metalli o aderente alle pareti per modificarne profondamente lo stato di regime: ed ho ripetuto quell'esperienza servendomi d'un tubo unico.

(1) *Nouveaux systèmes d'interrupteurs rapides*. Archives de Genève, t. III, n. 6, 1897.

(2) Rend. della R. Acc. dei Lincei, vol. VI, pag. 355. Esperienza del 26 agosto 1896.

(3) N. Cimento ser. 4<sup>a</sup>, vol V, maggio 1897. Esperienza 15<sup>a</sup>.

Ho coperto il piatto d'alluminio, per metà internamente e per l'altra metà esternamente, con due pezzi d'una medesima lamina di magnesio, avendo cura di fissare quello interno, che altrimenti sotto la scarica provava dei sussulti tali da farlo capovolgere. Il piatto serviva da anodo, era in comunicazione col suolo ed era protetto esternamente da una lastra di piombo con foro al centro.

Applicato contro di essa un crioscopio, non mi fu dato infatti di osservare differenza di splendore al di qua e al di là del diametro di separazione. Ciò non prova nulla se si pensa che, col catodo concavo, la regione colpita dai raggi catodici dev'essere limitatissima. Ma limitatissima la trovai pure usando di un catodo convesso, a motivo dell'azione elettrostatica che esercita la parete cilindrica sul fascio, che altrimenti sarebbe divergente.

Un'illuminazione abbastanza uniforme sopra una regione estesa potei ottenerla col tubo della fig. 2 nel quale aveva posto un catodo leggermente

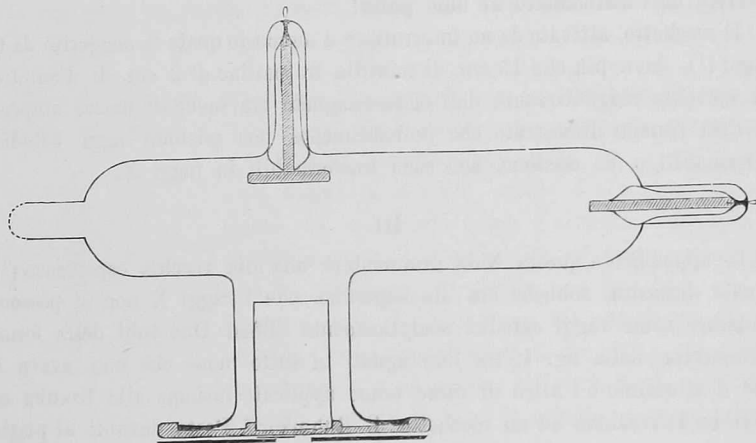


FIG. 2.

convesso ed aveva fissato al piatto una canna d'alluminio: e con esso, tenendo in comunicazione il piatto anodico coll'elettrodo filiforme d'alluminio e col suolo, potei accertarmi che la metà internamente scoperta ed esternamente coperta di magnesio, rendeva più luminoso il platinocianuro baritico del crioscopio che non l'altra metà.

Quindi si può sostenere che l'alluminio ha maggior potere emissivo che non il magnesio.

Mi venne poi la voglia di confrontare in questo modo due a due anche altri metalli coprendo internamente il piatto d'alluminio per metà col metallo A e per l'altra metà col metallo B, e ponendo esternamente B di fronte ad A, ed A di fronte a B.

Nella seguente tabella sono ordinati i vari metalli a seconda del potere emissivo crescente. Nella prima colonna sono registrate le grossezze delle lamine adoperate, nella terza e nella quarta le densità ed i pesi atomici.

mm. 0,24	Magnesio	1,74	24,38
1,72	Alluminio	2,67	27,1
0,17	Ferro	7,79	56
0,10	Rame	8,95	63
0,10	Zinco	6,92	65,4
0,15	Stagno *	7,29	118,1
0,10	Argento	10,47	107,94
0,13	Cadmio	8,67	112
0,012	Platino	21,3	194,3
0,06	Piombo	11,37	206,9

Si vede che il potere emissivo pei raggi X non è determinato dalla densità nè dal volume atomico, ma che, toltone lo stagno il quale fa eccezione forse perchè stagno commerciale e quindi impuro, cresce regolarmente insieme col peso atomico.

Qualora questa legge fosse generale, avrebbe una portata teorica non piccola. Ma intanto mi accontento di rilevare che ci dovrebb'essere vantaggio, se non fa ostacolo la facile fusibilità del piombo, ad usare questo metallo invece del platino come anticatodo nei tubi di Röntgen. Il piombo laminato sull'alluminio dovrebbe corrispondere meglio, e lo proverò.

Ringrazio il dott. F. Chiavasso che mi ha assistito in queste esperienze.

(*Aggiunta nel rivedere le bozze*). — Mentre lo stagno \* risultò compreso fra lo zinco e l'argento, lo stagno dato per puro dal Merck di Darmstadt, e ridotto in lamina di mm. 0,11, mostra un potere emissivo notevolmente maggiore, e maggiore di quello del cadmio.

Dunque si può enunciare la legge che *i metalli di maggior peso atomico emettono raggi X più intensi*.

**Fisica.** — *Sul fattore smagnetizzante nei fasci e nei cilindri di ferro.* Nota di M. ASCOLI, presentata dal Socio BLASERNA.

In una serie di precedenti lavori, dei quali alcuni furono presentati a quest'Accademia (<sup>1</sup>), per istudiare la distribuzione del magnetismo nell'interno dei corpi cilindrici ho fatto uso di fasci di fili di ferro; non ho mancato di provare con diversi argomenti, esplicitamente dichiarati nelle dette pubblicazioni, che le differenze tra il modo di comportarsi dei cilindri e dei fasci, non sono tali da influire sensibilmente sui risultati di quelle ricerche, i quali si possono quindi estendere anche ai cilindri massicci, rigorosamente in via qualitativa e con grandissima approssimazione in via quantitativa. E ciò è conforme ad alcuni miei precedenti studi (<sup>2</sup>) che mi hanno condotto a

(<sup>1</sup>) Rendiconti, vol. III, 1° sem., pag. 176, 279, 314, 377 e III, 2° sem., pag. 157, 190.

(<sup>2</sup>) L'Elettricista, vol. II.