

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

# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

---

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

*Seduta del 21 giugno 1896.*

A. MESSEDAGLIA Vicepresidente.

---

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

**Fisica.** — *Del ripiegarsi dei raggi X dietro i corpi opachi.*  
Nota del Socio E. VILLARI <sup>(1)</sup>.

In una Nota preventiva presentata alla Accademia di Napoli nell'adunanza del 14 marzo 1896 <sup>(2)</sup> dissi come ero riuscito a dimostrare, con l'elettroscopio e con la fotografia, che i raggi X, quando battono sopra un corpo ad essi opaco, vi si ripiegano dietro, in modo da penetrare nella sua ombra. In questo scritto esporrò più minutamente le esperienze fatte in proposito, ed i vari risultati ottenuti.

La prima idea del ripiegarsi <sup>(3)</sup> dei raggi, dietro di un corpo opaco, mi venne studiando la trasparenza dei metalli. In sulle prime misurai la trasparenza di una lastra di piombo di  $20 \times 20 \times 0,44$  cm., e di una di zinco di  $40 \times 20 \times 0,42$  cm., interponendole, una dopo l'altra, perpendicolarmente

<sup>(1)</sup> Presentata nella seduta del 6 giugno 1896.

<sup>(2)</sup> *Sui raggi X e sulle scariche elettriche da essi prodotte.* III. Nota (Rend. Acc. di sc. fis. e mat. di Napoli, aprile 1896).

<sup>(3)</sup> Adopero la parola « ripiegarsi » od oltra simile, soltanto per indicare il fatto, non ancora bene spiegato. Esso forse dipende dalla diffrazione dei raggi X, e più ancora da una proprietà da essi comunicata all'aria, come dirò, spero, fra poco.

alle radiazioni, fra un Crookes a pera ed un elettroscopio carico e chiuso nella sua gabbia (1). Le misure più volte ripetute mostrarono, con mia sorpresa, che l'elettroscopio posto nel centro dell'ombra delle lastre si scaricava; e più rapidamente quando era interposta la lastra di piombo (5° in 59''), che quella di zinco (5° in 91''). Cosicchè queste lastre, sebbene molto spesse, pure sembravano abbastanza trasparenti; e quella di piombo più di quella di zinco, contrariamente alla realtà.

Sospettando di qualche azione laterale perturbatrice dei raggi, chiusi un Crookes a pera in una cassa di lastre di piombo grosse 4,4 mm. con un foro di 9 cm. di contro al fondo del tubo. Disposi a 50 o 60 cm. l'elettroscopio nella sua gabbia, ed esaminai la trasparenza di una lastra di piombo e di una di zinco, grosse 0,4 mm., disponendole contro il foro in modo da chiuderlo perfettamente. La scarica di 5° dello elettroscopio s'ebbe, col piombo in 143''5 in media, e con lo zinco in 53''6. Da ciò due conseguenze: la prima, che il piombo è sensibilmente più opaco dello zinco, come è già noto; la seconda, che la scarica nelle prime esperienze delle grosse lastre, prodotta dai raggi X, non può attribuirsi alla loro trasparenza, che è certamente minima, per la loro grande spessezza.

Perciò supposi, che l'apparente trasparenza delle grosse lastre di piombo e zinco dovesse riferirsi al ripiegarsi dei raggi X, o della loro efficacia, sui bordi delle lastre; e che la maggior trasparenza apparente della lastra di piombo fosse effetto della sua minore estensione, rispetto a quella di zinco.

Questa interpretazione fu confermata dalle seguenti osservazioni:

1<sup>a</sup> Una lastra di piombo di  $60 \times 60 \times 0,42$  cm., esaminata come sopra, apparve assai più opaca (scarica di 3° in 192'') di una simile ma più piccola,  $20 \times 20 \times 0,42$  cm. (scarica di 5° in 40'').

2<sup>a</sup> Due lastre pressochè eguali, una di piombo  $20 \times 20 \times 0,42$  cm. ed una di zinco  $20 \times 20 \times 0,44$ , esaminate al solito modo, mostraronsi assai diverse: quella di piombo apparve più opaca (scarica di 5° in 40'') di quella di zinco, (scarica di 5° in 33''), come è in realtà.

3<sup>a</sup> Interposi fra il Crookes e l'elettroscopio, a guisa di grande schermo, una lastra di zinco  $60 \times 60 \times 0,42$  cm. con un foro di 62 mm. ben centrato con gl'istrumenti. Contro di esso situai una lastra di platino  $10 \times 10 \times 0,2$  cm., in modo da chiuderlo, ed osservai che l'elettroscopio discendeva di un certo

(1) L'elettroscopio da me adoperato era a foglie d'oro, isolate perfettamente con tappo di paraffina così da tenere invariata la carica per molto tempo. Esso era chiuso intieramente in una gabbia di rete d'ottone fitta e sottile ricoperta di stagnola, salvo dal lato esposto alle radiazioni, ove la stagnola era sostituita da un'ampia lastra d'alluminio grossa 0,5 mm. ed ampia  $20 \times 20$  cm. Le foglie di oro erano osservate, attraverso due fori diametrali praticati nella stagnola, con un cannocchiale ad ingrandimento, nel quale al reticolo erasi sostituito una scala divisa sul vetro.

numero di gradi in 93'': tolta la lastra di zinco e rimasta sola quella di platino, come dianzi, vidi che la medesima scarica dell'elettroscopio avveniva in 8''.

Dopo tali osservazioni bisogna ammettere, che lo scaricarsi dell'elettroscopio, situato nell'ombra di una delle precedenti lastre, sia da attribuirsi realmente al ripiegarsi dei raggi dietro di esse, e non alla loro trasparenza; tanto più, che chiudendo il foro della cassa di piombo contenente il Crookes, con una delle grosse lastre precedenti e collocando a breve distanza l'elettroscopio, questo non si scaricava punto.

Stabilito il fatto, mi detti a studiarlo nei suoi particolari. Adoperai un disco di piombo  $13 \times 0,44$  ed il Crookes chiuso, come sopra, nella cassa di piombo con un foro di 9 cm. Chiudendo il foro col disco, i raggi erano del tutto arrestati, per essere questo affatto opaco. Disposi l'elettroscopio, chiuso nella gabbia, a 45 cm. dal fondo del Crookes, ed il disco, centrato e normale all'asse comune, lo situai, man mano, a diverse distanze dell'elettroscopio. Misurai nei varî casi il tempo di scarica ed ottenni, come medie di più misure concordî ed incrociate, i seguenti valori in secondi:

Distanza DE (1)	Tempi di scarica di 1°
37 cm.	39''
20 "	13'',9
15 "	7'',4
7,5 "	4'',2

Tolto il disco la scarica di 1° fu rapidissima.

Per potere avvicinare maggiormente il disco all'elettroscopio, cavai questo dalla sua gabbia: ed avendo chiuso il foro della cassa di piombo, che conteneva il Crookes, col disco precedente osservai, che attivando il Crookes l'elettroscopio, sebbene oscillasse di circa  $\frac{1}{4}$ , pure non modificava punto la sua carica. Perciò potevo misurare il tempo delle scariche senza errori sensibili. Ripetute le esperienze precedenti ottenni i dati seguenti:

Distanza DE	Tempo di scarica di 10°
26,4 cm.	18'',0
20,4 "	17'',0
15,0 "	13'',1
7,0 "	10'',1
1,8 "	22'',0
Tolto il disco	6'',1

Cioè il tempo di scarica scema avvicinando il disco all'elettroscopio, fino ad un minimo, di 10'',1, alla distanza di 7 cm.; indi, avvicinando di più il disco all'elettroscopio, il tempo della scarica cresce di nuovo; ed è di 22'' alla distanza di 1,8 cm. Perciò può dirsi che l'ombra al centro del

(1) Indico per brevità, con D ed E il disco e l'elettroscopio.

disco, è meno fitta ad una certa distanza da esso, che potremo dire *distanza critica*, e diventa più densa a distanze maggiori o minori della critica.

Altre esperienze eseguii con dischi di ottone affatto opachi, e più grandi del precedente. I numeri seguenti, medie di più misure, esprimono in secondi la durata della scarica di 1°.

Disco di ottone 18 cm. di diametro ed elettrometro in gabbia :

Distanza DE	Tempo di scarica
13,5 cm.	90''
11,5 "	66'',5
9,5 "	38'',5
7,5 "	23'',5

Questi risultati sono identici a quelli della prima serie di misure.

Con un disco di ottone di 32 cm. si ebbe:

Distanza DE	Tempo di scarica per 1°
18 cm.	75
8 "	144

Con questo ampio disco, situato ad 8 cm. dall'elettroscopio, s'ebbe al suo centro un'ombra quasi assoluta, mentre che con gli altri dischi più piccoli, alla stessa distanza s'aveva l'ombra di minima intensità. A 18 cm. di distanza l'ombra al centro era assai meno fitta. Cosicchè la *distanza critica*, del punto dell'ombra meno fitta al disco, ovvero la *distanza critica* dal disco, varia con le dimensioni di questo.

Ad investigare l'efficacia dei raggi nelle diverse regioni dell'ombra, su di un medesimo piano normale all'asse del Crookes e passante per il centro del disco perpendicolarmente al disco stesso, disposi il tubo nella sua cassa ed il disco di piombo a 7,5 cm. dall'elettroscopio, chiuso nella sua gabbia. Indi, attivando il Crookes, portai l'elettroscopio a destra o sinistra del centro del disco, senza porlo mai fuori della sua ombra geometrica, ed ottenni i seguenti valori, rispondenti alla durata media della scarica di 5°.

Elettroscopio	Tempo di scarica
Al centro	21'',9
A destra	15'',2
Al centro	20''
A sinistra	14'',7

Esperienze simili col disco di ottone di 18 cm.

Elettroscopio	Tempo di scarica
Al centro	87'',0
A sinistra	15'',2

Analoghi risultati si ebbero portando l'elettroscopio in alto od in basso dell'asse e dell'ombra; e del pari identici furono quelli ottenuti adoperando, invece del disco, una lastra di zinco di  $40 \times 40 \times 0,42$  cm., posta a 7,5 cm. dall'elettroscopio. In queste condizioni l'ombra al centro era piena e totale.

Da ciò si può concludere che l'ombra dei raggi X, dietro i corpi opachi, scema dal centro alla periferia.

In queste esperienze si è tenuto conto della sola posizione della pallina dell'elettroscopio, che situavo nelle varie regioni dell'ombra, per apprezzarne la intensità. Potrebbe forse credersi, che anche il corpo dell'istrumento risentisse l'efficacia dei raggi, che avrebbero potuto scaricarlo, indipendentemente dalla sua pallina. In tal caso l'effetto osservato non misurerebbe l'intensità dell'ombra nei vari punti ove trovavasi la pallina, ma risponderebbe ad un'azione complessa dei raggi sulla pallina e sul resto dell'istrumento. Per rispondere a questo dubbio, ricoprii la pallina ed il gambo dell'elettroscopio con un grosso tubo o cappello d'ottone perfettamente chiuso, e vidi che l'apparecchio non era punto influenzato dagli X, ai quali venne liberamente esposto. Questi raggi adunque non operano, che sulla pallina e sul gambo. Nè ciò deve far meraviglia, imperocchè il corpo dell'elettroscopio era fatto di una sfera di ottone di grosse pareti con 2 fori chiusi da grossi vetri, formando così un sistema impervio ai raggi.

Per confermare il ripiegarsi dei raggi, ricorsi all'uso della fotografia; e dopo una prova abbastanza distinta, ottenuta con un Crookes a pera, adoperai con molto miglior successo un tubo fuoco, cioè con l'anodo a lastra di platino riflettente i raggi catodici. Disposi una lastra Lumière  $21 \times 27$  cm. a 29 cm. dal tubo ed interposi, a 7,5 cm. della stessa lastra un disco di piombo,  $13 \times 0,44$  cm., normalmente ai raggi X. Attivai il tubo per circa 20 minuti ed ottenni un'immagine del disco di 157 mm. diametro, con una sottilissima e lievissima penombra esterna. All'interno del limite dell'ombra l'immagine era circondata da una zona chiara di 6 ad 8 mm. di larghezza, prodotta da radiazioni ripiegate e di intensità lievemente decrescenti, dall'esterno all'interno. Questa zona dimostra e conferma, che realmente i raggi X, o la loro efficacia, si ripiegano ai bordi dei corpi opachi, e penetrano nella loro ombra geometrica.

Una riprova del ripiegarsi dei raggi ottenni del pari con la fotografia nel modo seguente:

Situai avanti ad un piccolo tubo a fuoco (fig. 1) C, una grossa lastra di zinco ( $40 \times 40 \times 0,42$  cm.) affatto opaca, ZZ'. Normalmente ad essa, alcuni millimetri dietro del bordo Z' e dalla parte opposta di C, fissai una lastra Lumière Z'F, chiusa in più strati di carta nera.

Essa, così, trovavasi nell'ombra piena di ZZ' e non poteva ricevere direttamente i raggi X provenienti da C. Attivai il tubo C, che era assai deteriorato per lungo uso, e sviluppai la lastra dopo circa  $\frac{3}{4}$  d'ora di azione. Essa mi si mostrò attaccata assai visibilmente dai raggi, ed in modo decrescente dall'estremo vicino Z' a quello lontano F. Una lista di stagnola grossa e ripiegata in quattro strati aveva prodotta una traccia chiara (non bene uniforme per non essere rimasta dappertutto aderente alla lastra) sul campo

oscuro della negativa. Le prove furono più volte ripetute e sempre col medesimo risultato, confermando il ripiegarsi dei raggi X dietro i corpi opachi. La energia però di cotesti raggi ripiegati scema da  $Z'$  ad  $F$ , pel crescere della distanza, sia dal tubo  $T$ , sia dal limite dell'ombra geometrica.

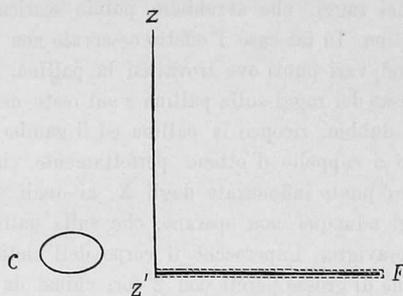


FIG. 1.

Riprendendo le esperienze con l'elettroscopio, situai il Crookes  $C$  nella sua solita cassa di piombo  $AA$ , e questa in quella ampia di zinco  $BB$ , come è disegnato in pianta nella fig. 2. Il fondo di  $C$  rispondeva a due fori di 9 cm.

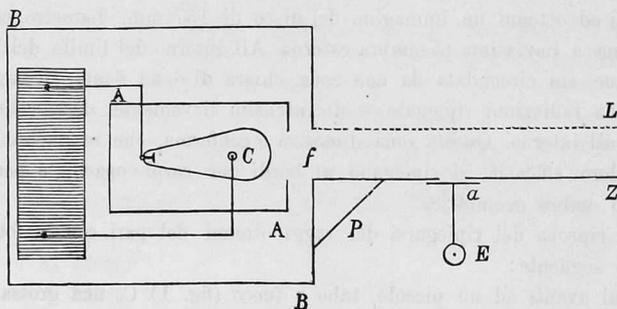


FIG. 2.

praticati nelle pareti delle casse, e quello  $f$ , della esterna, era chiuso da una lastra di alluminio di 0,5 mm. di spessore. Al bordo del foro esterno e lateralmente fissai una lastra di zinco ( $40 \times 40 \times 0,42$  cm.) verticale, e parallela ai raggi X, provenienti da  $C$ , ed avente nel suo mezzo un foro  $a$  di 4 cm. Ad esso, e dalla parte esterna della lastra avvicinai, a 3 o 4 mm., una lastrina di alluminio  $a$  unita all'elettroscopio  $E$ ; ed in  $P$ , disposi una grossa lastra di piombo, per meglio riparare l'elettroscopio  $E$  dalle radiazioni. Indi chiusi il foro  $a$  dalla faccia opposta della lastrina di alluminio,

con una grossa lastra di zinco e vidi, attivando C, che l'elettroscopio non si scaricava in modo sensibile (scendeva  $1^{\circ}$  . . . . . in 80 a 100").

Po scia aperto *a* ed attivato C osservai che l'elettroscopio scendeva in media di  $10^{\circ}$  . . . . . in 80"

D'onde si rileva che gl' X, o la loro efficacia, si piegano lateralmente alla loro direzione.

Aggiunsi una lastra di latta L riflettente, a circa 10 cm. da Z, e l'elettroscopio scendeva  $10^{\circ}$  . . . in 83"

Tolta L l'elettroscopio scendeva  $10^{\circ}$  . . . . . " 84"

Chiuso il foro *a* l'elet. scende  $1^{\circ}$  . . . . . " 80"

Quindi potremo dire che la lastra riflettente L non ha influenza sensibile.

Allontanando l'elettroscopio con la sua lastrina dal foro *a*, l'influenza degl' X scema. Così con la lastrina a 45 mm. dal foro *a*, sempre centrata, l'elettroscopio scendeva di  $10^{\circ}$  . . . . . in 163"

Chiuso con lastra zinco grossa il foro *a* l'elettroscopio scese di  $1^{\circ}$  . . . . . in 70"

Portata la lastrina *a* a 5 mm. dal foro l'elet. scese di  $10^{\circ}$ . . . . . " 85"

Se si chiude il foro *n* con carta nera, bene incollata ai bordi, l'efficacia degl' X si riduce pressochè a nulla, così che l'elettroscopio scese di  $10^{\circ}$  in 147"

Dai fatti precedenti sembra che per scaricare l'elettroscopio non sia necessario che questo sia colpito direttamente dai raggi X, essendo sufficiente che vi arrivi l'aria stata attraversata da essi. Ed infatti l'elettroscopio si scarica prontamente, e cioè di  $10^{\circ}$ . . . . . in 27"

. . . . . " 30"  
. . . . . " 27"

se si soffia con un mantice (durante l'azione del Crookes), contro la lastrina *a* l'aria che viene attraversata dai raggi. Per contro, quando il Crookes è inattivo l'aria soffiata su di *a* non scarica l'elettroscopio. Perciò può dirsi, che gl' X impartiscono all'aria l'attività di scaricare l'elettroscopio, attività che conservano per un certo tempo. Questo fatto è simile a quello osservato dal Röntgen, il quale vide, che l'aria, su cui hanno agito i raggi X, fatta passare, per aspirazione, sopra di un elettroscopio lo scaricava rapidamente della sua elettricità.

*Intorno ad alcune ricerche del prof. A. RIGHI  
state prima fatte da me.*

Il prof. A. Righi in una recente Nota, *Nuovi studi sulla dispersione elettrica prodotta dai raggi Röntgen* (Rend. Acc. dei Lincei, seduta 3 maggio 1896, vol. V, fasc. 9°) dimostra, per mezzo della dispersione elettrica e della fotografia, che i raggi X agiscono anche nella loro ombra prodotta da

un disco opaco, o come egli si esprime « che i raggi X non giungono al corpo elettrizzato tutti in linea retta dalla sorgente ». Osserva, inoltre, che quando gl' X passano per un *diaframma forato*, che opera come un cortissimo tubo, perdono assai della loro efficacia nel disperdere l'elettricità dei corpi elettrizzati. Ora io faccio notare, che l'azione dei raggi dietro i dischi opachi, e l'influenza dei tubi, di scemare l'efficacia delle radiazioni, fu già prima scoperta e studiata da me, sia con la dispersione elettrica, sia ancora con la fotografia. E di coteste mie ricerche lessi due Note preventive nelle sedute del 15 febbraio e 14 marzo scorso, alla R. Accademia di Napoli (1). Oggi poi ho presentato all'Accademia dei Lincei una più minuta descrizione delle esperienze eseguite in proposito insieme a due fotografie; ed una nuova Nota presentai ancora il 9 maggio all'Accademia di Napoli sul medesimo soggetto.

**Fisica.** — *Osservazioni sulla precedente comunicazione.* Nota del Corrispondente A. RIGHI.

Avendomi l'illustre prof. Villari fatto conoscere in tempo il testo della precedente comunicazione (2), sono lieto di potere ad essa aggiungere questa mia.

Quando mandai alla R. Accademia dei Lincei la mia Nota intitolata *Nuovi studi* ecc., il lavoro del prof. Villari non era giunto a mia cognizione; ma riconosco ora che il significato delle sue e delle mie esperienze è perfettamente il medesimo. Anzi, in certo modo, le nostre esperienze si completano a vicenda. Però, per le date che hanno le nostre pubblicazioni, rimane accertato che *prima di me* il prof. Villari fece conoscere dei fatti, che suggeriscono l'ipotesi di una diffusione dei raggi X, operata dall'aria, quasi fosse un mezzo leggermente torbido, ipotesi che nella mia Nota (3) ho esposto colle debite riserve.

È dunque colla più viva compiacenza, che constato questo accordo raggiunto sul campo dei fatti, partendo da vie alquanto diverse, e che riconosco quanta priorità al prof. Villari spetta indiscutibilmente.

**Fisica.** — *Sul trasporto dell'elettricità secondo le linee di forza, prodotto dai raggi di Röntgen.* Nota del Corrispondente AUGUSTO RIGHI.

In molte Memorie e Note, da me pubblicate dal 1880 in poi, ho dimostrato che la propagazione della elettricità nei gas è un fenomeno di convezione o di trasporto, operato da particelle materiali, le quali, almeno

(1) Rend. R. Acc. di sc. fisiche e matematiche di Napoli, fog. 2° e 4° di febbraio ed aprile 1896.

(2) *Sul meccanismo* ecc. in questi Rendiconti.

(3) *Nuovi studi sulla dispersione elettrica* ecc. Rend. della R. Acc. dei Lincei, 3 maggio, 1896.