**SULLA PROPAGAZIONE DELL' ELETTRICITÀ NEI GAS ATTRAVERSATI
DAI RAGGI DI RÖNTGEN,**

per A. RIGHI.

(Largo suntu della Memoria letta alla R. Accad. delle Scienze del R. Istituto
di Bologna il 31 Maggio 1896).

In questa memoria l'A. si è proposto di esporre e di coordinare i risultati da lui ottenuti ¹⁾ relativamente all'azione dei raggi X sui corpi elettrizzati, e di far conoscere altri fatti nuovamente scoperti.

Gli apparecchi usati dall'A. in queste esperienze sono quelli descritti nelle note precedenti, nelle quali sono pure esposti i metodi usati per misurare la dispersione elettrica prodotta dai raggi X e l'intensità relativa di questi raggi. Nella seguente recensione accennerò soltanto alle nuove ricerche ed alle nuove conclusioni, alle quali l'A. è pervenuto.

La dispersione prodotta sopra un disco metallico, non troppo vicino alla cassa di guardia, che contiene il tubo a vuoto, diminuisce al crescere della distanza da questa, ma per distanze piccole la dispersione mostra un andamento inverso, e cioè cresce allontanando il disco dalla cassa. Lo stesso accade se il disco si tiene fisso, ma a distanza variabile da esso si colloca una lastra metallica in comunicazione col suolo, la quale insieme al disco costituisca un condensatore ad aria.

Questo nuovo fenomeno sembra contrario ad ogni previsione ed è interessante per alcune analogie facili a rilevarsi. Comunque si consideri il fenomeno della dispersione delle cariche prodotte dai raggi X, sembra che al crescere della distanza fra le due armature del condensatore ad aria, debba diminuire l'intensità della corrente che attraverso l'aria neutralizza le cariche opposte delle due armature. Avviene così all'analogia esperienza fatta coi raggi ultravioletti. Invece, in queste esperienze fatte coi raggi X, finchè la distanza non eccede un

1) Conf. N. Cimento, (4) t. 3^o, p. 177 e t. 4^o, p. 167.

certo limite, l'A. ha constatato un andamento precisamente opposto.

L'armatura situata di fronte ai raggi X era di alluminio, l'altra era di zinco o di altro metallo: il risultato ottenuto resta sostanzialmente lo stesso cambiando la natura del disco, il segno della carica ed il valore assoluto dei potenziali. Però al variare della differenza di potenziale fra le armature, varia nello stesso senso il valore della loro distanza cui corrisponde la massima dispersione.

Analoga alla precedente può considerarsi quest'esperienza: l'A. poneva le due armature del condensatore ad aria, che devono in questo caso essere parallele ai raggi X, ad una distanza reciproca non troppo piccola, e, dopo aver misurato la dispersione, ripeteva la misura dopo avere collocata fra esse e parallelamente una lastra metallica isolata. La dispersione che allora si compiva attraverso i due strati d'aria che restano fra le tre lastre metalliche è alquanto più lenta di prima; pure l'interposizione di una lastra dielettrica apporta lo stesso risultato.

Nel corso delle sue ricerche sperimentali relative alla propagazione dell'elettricità nei gas rarefatti ed alla dispersione prodotta dai raggi ultravioletti, l'A. aveva già trovato alcuni fenomeni che presentano una certa analogia con quelli ora accennati. Così l'andamento della dispersione determinata dai raggi ultravioletti in un condensatore ad aria, al crescere della distanza fra le due armature, collima coll'andamento della dispersione operata dai raggi X qualora l'aria che si trova fra le armature sia sufficientemente rarefatta. Anche nel caso della interposizione di una lastra conduttrice fra le due armature, il comportamento della dispersione operata colle due sorta di raggi è identico se l'aria fra le armature è abbastanza rarefatta. Inoltre l'A. ha ora istituito le due esperienze che seguono.

Ad un largo tubo cilindrico di vetro A B (fig. 1) è saldato un cannello C D coassiale, avente due strozzature *m*, *n*. In queste parti passa appena liberamente un cannello di vetro E F contenente un filo metallico, di cui un'estremità è fissata al centro di un disco metallico G H, e l'altra ad un elica di

filo sottilissimo, che lo mette in comunicazione con un filo di platino p saldato nel vetro in D. Un secondo disco metallico I L è fissato all'estremità A del tubo largo, e comunica con un altro filo di platino q saldato nel vetro. Basta inclinare

Fig. 1.

l'apparecchio e scuoterlo leggermente percuotendolo col dito, onde il disco G H si avvicini o si allontani dal disco I L. Per mezzo degli elettrodi p , q , si pone il tubo nel circuito di una pila di molti elementi, includendo un galvanometro non tanto sensibile, e cominciando coll'adoprarne un piccolo numero di elementi. Il galvanometro resta dapprima a zero; ma aggiungendo uno ad uno altri elementi e tenendo i due dischi a 3 o 4 mm. di distanza (se la pressione dell'aria nel tubo è di poco meno di 1 mm.) giunge un momento in cui il galvanometro devia bruscamente. Preparata così l'esperienza l'A. apriva il circuito, portava il disco G H alla minima distanza possibile dal disco I L, senza che vi sia contatto, chiudeva di nuovo il circuito ed infine allontanava lentamente l'uno dall'altro i due dischi.

Il galvanometro restava dapprima a zero, ma poi si manifestava bruscamente una forte deviazione, la quale rapidamente aumentava, raggiungeva un massimo e quindi diminuiva coll'accrescersi della distanza fra i due dischi. La distanza per la quale la corrente è massima cresce colla rarefazione e in pari tempo le variazioni d'intensità della corrente coll'aumentare della distanza divengono più graduali: dunque con debole rarefazione il fenomeno è più rimarchevole.

La seconda esperienza era eseguita dall'A. coll'apparecchio della fig. 2. Entro ad un tubo di vetro sono tre dischi: due, A e B, sono fissi e comunicano coi fili di platino D; E, saldati nel vetro, mentre il terzo disco B, forato nel centro, è saldato ad un breve tubo metallico, che può scorrere sopra

una bacchetta di vetro FG. Inclinando il tubo e scuotendolo leggermente, si può fare in modo che il disco B tocchi il disco

Fig. 2.

A, oppure si trovi in una posizione qualunque fra i dischi fissi. Messò il tubo nel circuito di una pila di molti elementi, insieme ad un galvanometro, l'A. rilevava una forte corrente quando il disco mobile toccava uno dei dischi fissi, nel qual caso l'esperienza può considerarsi effettuata coi soli dischi fissi. Spostando il disco mobile per modo che resti isolato nell'intervallo fra i dischi fissi, l'intensità della corrente diminuiva di molto, anzi in tale esperienza l'A. doveva usare una forza elettromotrice assai maggiore di quella che è sufficiente alla produzione della corrente allorquando il disco mobile tocca uno dei dischi fissi. L'A. poi ha accertato che l'intensità della corrente osservata dipende dalla posizione del disco intermedio, precisamente come la dispersione osservata in una esperienza sopra citata, varia al variare della posizione che si dà alla lastra introdotta fra le armature del condensatore ad aria.

Tanto coll'apparecchio della fig. 1, quanto coll'altro della fig. 2, il passaggio della corrente elettrica nell'aria è accompagnato da una luminosità, visibile in ambiente semibuio.

Da tutti questi fenomeni l'A. perviene a concludere che il passaggio dell'elettricità fra le due armature di un condensatore ad aria presenta l'andamento anomalo, ossia passa più elettricità nell'unità di tempo quando le armature sono ad una certa distanza che a distanze minori, allorquando l'aria è sufficientemente rarefatta, e la differenza di potenziale è appena sufficiente a che si produca la corrente. Se sull'armatura negativa si fanno agire raggi ultravioletti, il fenomeno anomalo si presenta anche se si impiega una differenza di potenziale assai più piccola, ma sempre occorre che l'aria sia convenientemente rarefatta. Ma se si fanno passare per l'aria che separa le due armature del condensatore i raggi di Rönt-

gen, neppure la rarefazione è necessaria e qualunque sia la differenza di potenziale fra le armature (almeno da circa 600 volta in giù) l'andamento anomalo descritto si manifesta chiaramente.

Il comportamento anomalo della propagazione dell'elettricità nei gas rarefatti, palesato dalle esperienze, si può interpretare agevolmente, ammettendo la teoria elettrolitica di Schuster ¹⁾, secondo la quale l'elettricità si propaga nei gas perchè trasportata da ioni elettrizzati.

Nel caso dei raggi X, una delle ipotesi più verosimili per render conto dei loro effetti elettrici ²⁾, consiste nel supporre ancora che il trasporto delle cariche sia *effettuato da ioni elettrizzati, che gli stessi raggi X renderebbero liberi allorchè attraversano il gas. Questa separazione degli ioni avverrebbe in tutta la massa gassosa mentre per effetto dei raggi ultravioletti essa non si produrrebbe che presso la superficie del conduttore negativo*. Perciò l'aria attraversata dai raggi X si troverebbe nelle condizioni in cui essa si trova nel caso dell'esperienze riferite, e ne seguirebbe la formazione, constatata dall'A. in una precedente esperienza ³⁾, di una atmosfera di ioni elettrizzati attorno all'armatura negativa, e forse intorno ad entrambe le armature del condensatore ad aria, atmosfera che può rendere conto dei fenomeni osservati.

Passando poi allo studio delle cariche acquistate dalle lastre dielettriche per opera dei raggi X, l'A. ha stabilito col calcolo che *la convezione provocata dai raggi X in un condensatore ad aria, fra le cui armature, mantenute a costante differenza di potenziale, sono poste delle lastre dielettriche, cessa allorchè tutte le faccie delle lastre hanno acquistato cariche dello stesso segno di quella che possedeva in principio l'armatura verso cui sono rivolte, e di densità uguale a quella che avrebbero le armature, se semplicemente si accostassero sino al punto di ridurre a zero lo spessore degli strati d'aria*. L'A. ha verificato sperimenta-

1) Schuster. Proc. of the Roy. Soc. of London, Bak. Lect. t. 58, pag. 541.

2) Righi. Nuovo Cimento (4) t. 4, p. 167.

3) Righi. Mem. della R. Accad. di Bologna (5) t. III, § 4, 1892.

mente questa legge ed ha altresì accertato, eliminando dalle esperienze varie cause d'errore, che, al contrario di quanto affermava J. J. Thomson, *i dielettrici non gassosi divengono conduttori allorchè sono attraversati dai raggi X.*

Dopo avere stabilito che è soltanto quando i corpi elettrizzati sono immersi in un gas, che i raggi X producono sensibilmente la dispersione della loro carica, l'A. ha ripetuto ed esteso le sue esperienze atte a stabilire l'influenza della pressione dell'aria sulla dispersione elettrica ed è giunto alla riconferma dei risultati ottenuti.

Per esaminare l'influenza della temperatura sulla dispersione elettrica provocata dai raggi X l'A. ha adoprato l'apparecchio della fig. 3. Il conduttore elettrizzato era una lastra di rame rettangolare A sospesa, per mezzo di un grosso filo di rame BC ad un isolatore BD. Un filo *f* allorchè sfiorava il mercurio di un pozzetto fissato alla sommità del filo BC, metteva la lastra A in comunicazione coi soliti apparecchi che servivano all'A. per misurare la dispersione. Una scatola di sottile lastra di alluminio EFGH circondava la lastra elettrizzata ed era tenuta in comunicazione col suolo; il filo BC usciva da essa per un foro I praticato nel centro della base superiore, al quale era unito un tubo IL, che il filo non toccava.

Questo sistema di conduttori era contenuto, insieme ad un termometro T, entro un vaso di vetro a pareti sottilissime chiuso con un disco di legno MO, nel quale erano due fori per lasciare uscire il termometro T ed il tubo IL, e lo spazio rimanente fra la scatola di alluminio ed il disco di legno era riempito con bambagia. Il detto vaso era poi a sua volta collocato entro un vaso simile ma assai più grande PQR rima-

Fig. 3.

nendo sostenuto da un anello S U appoggiato sull'orlo del vaso maggiore. In quest'anello erano stati praticati quattro fori per due dei quali passavano due tubi di vetro, comunicanti l'uno con un recipiente pieno di acqua bollente, l'altro con un altro pieno di acqua raffreddata con ghiaccio, mentre per gli altri due fori passavano un sifone ed un tubo di vetro piegato due volte ad U. Mediante i primi due tubi l'A. poteva riempire a volontà lo spazio fra i due vasi di vetro, con acqua calda o fredda. In capo a qualche minuto il termometro T diveniva quasi stazionario, e allora si poteva ammettere che esso indicasse la temperatura dei metalli A ed E F G H e dell'aria che li circondava. Il sifone serviva per togliere l'acqua, allorchè si voleva sostituirla con altra a differente temperatura, mentre il tubo piegato due volte ad U costituiva un sifone con ramo esterno ascendente, destinato a mostrare il livello interno dell'acqua. Infine il vaso esterno fu fasciato con bambagia per rallentarne lo scambio di calore coll'aria ambiente.

L'A. collocava l'apparecchio così costruito, di fronte alla finestra da cui partivano i raggi X, interponendo però un grande diaframma di piombo munito di un'apertura di tal grandezza, che i raggi attivi potessero giungere in linea retta all'aria che circondava la lastra di rame A, dopo avere attraversato le pareti dei due vasi di vetro, l'acqua e la parete della scatola di alluminio. L'A. ha riscontrato con varie serie di determinazioni che *la dispersione elettrica provocata dai raggi X aumenta al crescere della temperatura.*

Infine l'A. ha ripetuto le sue ricerche relative all'azione dei raggi X sulle cariche di contatto e sui corpi privi di ogni carica elettrica e mostra che la discrepanza di risultati circa il segno e la esistenza di una carica finale è dovuta al fatto che i diversi fisici non hanno usato le medesime cautele sperimentali e non computarono convenientemente le diverse cause d'errore. Chiudendo in casse di guardia tanto gli apparecchi generatori dei raggi X, quanto i corpi sui quali essi agiscono, l'A. ha effettuate le sue esperienze in condizioni massimamente rigorose ed ha accertato che la carica finale è positiva. Del resto l'A. soggiunge che i risultati differenti raggiunti dai varii sperimentatori potrebbero essere dovuti

alla *inomogeneità* dei raggi X, la quale resulterebbe da varie esperienze di Benoist e Hurmuzescu, di S. P. Thompson e di Leroux. Può darsi cioè che esistano raggi X di diverse specie, e che alcune di queste siano più delle altre dotate della proprietà di agire sulla superficie dei corpi ch'esse colpiscono direttamente, oltrechè della proprietà, che a tutte forse compete, di modificare il mezzo gassoso che attraversano. Quelle diverse specie di raggi X potranno esistere in differenti porzioni nell'emissione complessiva dei diversi tubi a vuoto, d'onde una diversità negli effetti elettrici che se ne possono ottenere.

E. CASTELLI.

LIBRI NUOVI

LE NUOVE RICERCHE DELLA ELETTRICITÀ.

INTRODUZIONE ALLO STUDIO DELLE OSCILLAZIONI ELETTRICHE

di ENRICO CASTELLI.

Due vol. Livorno, tipografia Belforte e C. 1896.

È questa una pubblicazione che merita di essere segnalata ai lettori del *N. Cimento* come quella che racchiude, in uno spazio relativamente ristretto, i risultati di quella compagine di studi teorici ed sperimentali, che si succedettero in questi ultimi anni con rapidità vertiginosa e che ebbero per punto di partenza la scoperta, fatta da Hertz, delle onde elettromagnetiche di lunghezza misurabile.

Nel campo estesissimo di ricerche aperte da tale scoperta, esperimenti e teorie si danno così strettamente la mano per aiutarsi e controllarsi a vicenda che gli uni e le altre non si intendono isolatamente.

Il lavoro indispensabile di coordinazione fra le ricerche teoriche e le sperimentali non è per gli ingegni comuni; ma degli ingegni eletti vi si sobbarcarono e, nelle opere di Helmholtz, di Hertz, di Poincaré, di J. J. Thomson, di Lodge, di Boltzmann, di Drude ecc., troviamo l'orizzonte sempre più rischiarato, tolto il superfluo, coordinato il necessario ed abbreviata così e facilitata la via al conseguimento dello scopo finale.