

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCII.

1905

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIV.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVICCI

1905

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Comunicazioni pervenute all'Accademia sino al 20 agosto 1905.

Fisica. — *Sulla diminuzione di resistenza prodotta nei cattivi conduttori dai raggi del radio.* Nota del Socio A. RIGHI.

Ricerche anteriori. — Diversi fisici hanno asserito, che i dielettrici solidi ed i liquidi poco conduttori (come il solfuro di carbonio, il benzolo, ecc.) acquistano una sensibile conducibilità, o questa aumenta se già la posseggono, allorchè sono attraversati dai raggi di Röntgen o da quelli emessi dalle sostanze radioattive. Sembrandomi che un tal fenomeno non sia stato dimostrato in modo esauriente, ho istituito in proposito alcune esperienze, di cui espongo qui i risultati, e per le quali ho fatto uso delle radiazioni emesse da una capsuletta d'ebanite chiusa da una mica sottilissima, e contenente 15 milligrammi di bromuro di radio.

Il Röntgen ebbe per primo l'idea di ricercare un simile fenomeno e nella seconda delle Note ⁽¹⁾, colle quali rese conto della scoperta dei raggi X, accenna concisamente al risultato negativo da esso ottenuto. Più tardi J. J. Thomson ⁽²⁾ ottenne, sempre coi raggi X, una sensibile conducibilità di vari dielettrici posti fra le armature di un condensatore carico, e così pure Benoist e Hurmuzescu ⁽³⁾. A chi scrive non fu possibile invece ⁽⁴⁾ di ottenere in modo sicuro la constatazione del fenomeno.

Dopo la scoperta delle sostanze radioattive si cercò se il fenomeno, di cui si tratta, venisse prodotto dai raggi da esse emessi, ed il Curie, ope-

⁽¹⁾ Sitz. der Würtzburger Physik. Medic. Gesellschaft, dec. 1895.

⁽²⁾ Electrician, 7 feb. 1896.

⁽³⁾ Journal de Phys., août 1896.

⁽⁴⁾ Mem. della R. Acc. di Bologna, 31 maggio 1896.

rando su diversi liquidi quasi isolanti⁽¹⁾, riconobbe, che questi corpi assumono una maggior conducibilità sotto l'azione dei raggi del radio o dei raggi X. Infine il Becquerel⁽²⁾ confermò il fenomeno specialmente per la paraffina.

In ogni caso la variazione di conducibilità riscontrata è di gran lunga meno pronunciata di quella, che per ionizzazione si produce in un gas posto nelle stesse condizioni. E siccome non è possibile evitare che i due conduttori, fra i quali è posto il dielettrico, siano in qualche loro parte separati solo dall'aria, così può nascere il dubbio, che l'effetto osservato sia dovuto all'aria stessa, la quale, per quante precauzioni si prendano, può essere esposta all'azione dei raggi attivi, o quanto meno a quella dei raggi secondari, che, come si sa, son da quelli prodotti.

Nel caso poi dei dielettrici solidi, come la paraffina, può sorgere un altro dubbio. Di frequente questi corpi dopo la loro solidificazione non sono

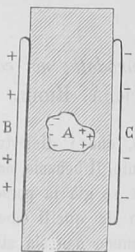


FIG. 1.

continui, ma contengono piccolissime e numerose cavità piene di gas, ed è facile persuadersi, che la ionizzazione di questo può dare quel risultato, che si attribuisce ad una conducibilità del dielettrico. Infatti, sia A (fig. 1) una delle cavità esistenti nel dielettrico, posto fra le due armature oppostamente cariche B, C. Sotto l'azione della forza elettrica i ioni gassosi positivi si muoveranno verso C, dando origine ad una carica positiva nella superficie della cavità che è da quella parte, come mostra la figura, mentre i ioni negativi produrranno una carica negativa dalla parte opposta; ed è chiaro che, in seguito alla formazione di tali cariche, scemerà la differenza di potenziale fra le armature,

appunto come se invece queste si fossero parzialmente scaricate attraverso il dielettrico.

È per questi motivi che ho creduto utile eseguire le poche esperienze narrate nella presente Nota, che, almeno nel caso dei liquidi, mi hanno dato un risultato, che giudico sicuro.

Liquidi. — I liquidi su cui ho sperimentato sono: l'etere di petrolio, l'essenza di trementina, il solfuro di carbonio, il benzolo, l'olio d'oliva e l'olio di vasellina. Per quanto essi vengano per solito considerati come isolanti, sta di fatto che, almeno nel caso dei liquidi da me posseduti, essi possono esser sede di una corrente continua.

Avendo infatti messo uno di quei liquidi fra due lastre metalliche, una delle quali comunicava coll'elettrometro a quadranti e l'altra col polo iso-

(¹) Comp. Rend., t. 134, pag. 420 (1902).

(²) Comp. Rend., t. 136, p. 1173.

lato d'una batteria di alcuni piccoli accumulatori, ho osservato quanto segue. Messo per un istante l'elettrometro in comunicazione col suolo e quindi isolato, esso si carica sino al potenziale della batteria, e ciò accade con una certa lentezza coi due ultimi dei liquidi nominati, e quasi istantaneamente cogli altri.

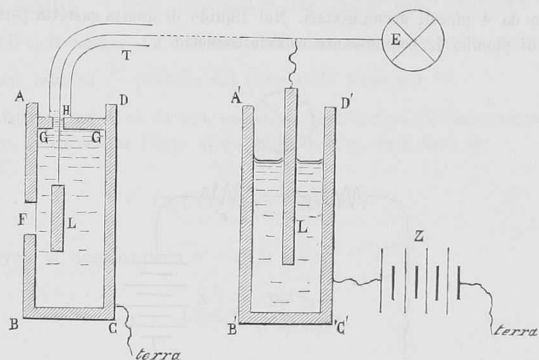


Fig. 2.

Si può dunque investigare se la resistenza del liquido varia, facendolo percorrere dalla corrente e osservando se varia la differenza di potenziale fra gli elettrodi, che servono a mettere il liquido nel circuito. Tale è appunto il principio del metodo da me impiegato, ed ecco la relativa disposizione sperimentale.

Il liquido in esame è contenuto in una cassetta di piombo A B C D (fig. 2) posta in comunicazione col suolo, e di cui una delle pareti A B porta una finestra F chiusa da una sottilissima lastra (qualche centesimo di millimetro) di alluminio. Un coperchio di piombo G G chiude la cassetta interamente, salvo un foro H, per il quale passa il filo metallico, che mette in comunicazione coll'elettrometro a quadranti E la lastra di piombo L immersa nel liquido. Questo filo è circondato da un tubo metallico T comunicante col suolo e ripieno di paraffina in parte della sua lunghezza, a partire dall'estremità H; e siccome il livello del liquido nella cassetta A B C D arriva al foro H, così è solo per una estensione piccolissima che il filo e la cassetta di piombo sono separati dall'aria anziché dal liquido. È chiaro inoltre che quest'aria non può essere ionizzata che in modo debolissimo, allorché il radio viene collocato contro la finestra F. Si potrebbe, volendo, allontanare

assai dal radio quella regione, che è causa d'errore come s'è detto, saldando alla cassetta il coperchio GG e ad esso il tubo T, e riempiendo quest'ultimo col liquido; ma, come si vedrà, ciò non è stato necessario per giungere a dimostrare la esistenza del fenomeno cercato.

Una seconda cassetta A' B' C' D' molto simile all'altra e contenente l'egual liquido, è posta in comunicazione col polo isolato della batteria Z, formata da 4 piccoli accumulatori. Nel liquido di questa cassetta pesca una lastra di piombo L' comunicante coll'elettrometro.

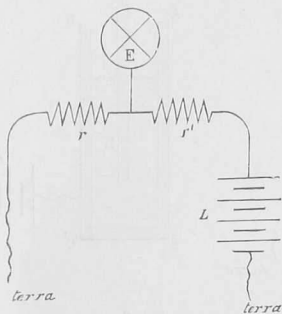


FIG. 3.

La disposizione della fig. 2 è equivalente a quella della fig. 3, nella quale r rappresenta la resistenza del liquido della cassetta ABCD, ed r' quella del liquido dell'altra.

Se P è il potenziale dato dalla batteria Z, p quello accusato dall'elettrometro E, sarà

$$p = P \frac{r}{r + r'}$$

Se, ciò che è conveniente, r' è presso a poco uguale ad r , p è all'incirca la metà di P . Si varia a piacere r' sia spostando in senso verticale la lastra L' (fig. 2), sia variando la quantità di liquido contenuta nella seconda cassetta.

Mi limito per ora a riferire i risultati qualitativi ottenuti, essendo inutile indicare i valori numerici prima d'aver dato agli apparecchi una costruzione accurata, che renda possibile la comparazione fra i diversi liquidi.

Ponendo in F (fig. 2) il radio, ho osservato immediatamente una diminuzione della deviazione elettrometrica, indicante diminuzione della resi-

stenza del liquido. Per apprezzare l'entità di tale variazione basta versare nella vaschetta A' B' C' D' un piccolo noto volume di liquido. Infatti, conoscendo le dimensioni di L' e di A' B' C' D' si può allora calcolare di quanto si alza il livello del liquido, e quindi di quanto cala r'. Osservando la variazione di p accusata in pari tempo dall'elettrometro, si saprà a quale variazione relativa $\frac{\Delta r'}{r'}$ della resistenza r' corrisponde ogni millimetro della scala dell'elettrometro. Ad un millimetro della scala corrisponderà una eguale variazione relativa $\frac{\Delta r}{r}$ prodotta dal radio sulla resistenza r.

Infatti, se ad r' si dà una variazione piccolissima $\Delta r'$ mantenendo costante r, la variazione $(\Delta p)_{r'}$ di p che ne risulta, sarà data da:

$$(\Delta p)_{r'} = - \frac{Pr'}{(r+r')^2} \Delta r';$$

e se invece si tiene costante r' e si fa variare r, si ha:

$$(\Delta p)_r = \frac{Pr' \Delta r}{(r+r')^2}.$$

Quando nei due casi la variazione di p sia la stessa in valore assoluto si ha dunque:

$$r \Delta r' = r' \Delta r,$$

ossia:

$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta r'}{r'}.$$

Per dare una idea dell'entità dell'effetto osservato, dirò che in una delle prime esperienze la resistenza dell'etere di petrolio diminuiva d'un sesto del suo valore, sotto l'azione del radio.

Constatata l'esistenza del fenomeno, diveniva utile modificare l'apparecchio onde accentuarne le manifestazioni. È chiaro che il liquido assorbirà i raggi β (degli α e dei γ non si parla, perchè i primi arrivano al liquido troppo attenuati per l'assorbimento, e gli altri hanno certo un'azione relativamente piccolissima); perciò l'effetto da essi prodotto si manifesterà fra la parete AB e la lamina L, e non fra L e CD, ed inoltre principalmente nella porzione di liquido immediatamente attigua alla finestra. È dunque di somma convenienza avvicinare il più possibile L ad AB, e dare ad L dimensioni non molto maggiori di quelle della finestra F. Effettivamente così facendo ho ottenuto variazioni elettrometriche alquanto maggiori di prima.

Ma quest'ultimo risultato è importante anche sotto un altro punto di vista. Accostando L ad AB, si rende sempre più difficile che una porzione

dei raggi del radio diffusi dal liquido, o dei raggi secondari emessi da questo o dalla cassetta, giunga ad agire sull'aria al disopra del foro H, in quanto che la lastra L, di grosso piombo, ripara sempre meglio quest'aria dall'azione della maggior parte di quei raggi. Se dunque, come effettivamente accade, accostando L ad AB l'effetto cresce, ciò mostra che esso non può attribuirsi alla ionizzazione dell'aria che circonda il piccolo tratto del filo fra il co-perchio di piombo GG ed il tubo T.

Nel corso delle mie esperienze ho notato una particolarità degna di nota, e che, come la precedente, esclude che l'azione osservata possa attribuirsi all'aria.

Allorchè si allontana il radio, il potenziale dell'elettrometro non riprende il valore primitivo con quella stessa rapidità che si osserverebbe, qualora in posto del liquido si trovasse un gas, ma bensì con una lentezza grandissima, tanto da impiegare in questo ritorno più decine di secondi. Ciò mostra che la maggior conducibilità prodotta dal radio non sparisce che poco a poco.

Adottando la spiegazione del fenomeno che spontaneamente si presenta, si dirà dunque che, mentre i raggi β col loro urto generano nel liquido nuovi ioni, questi, una volta allontanato il radio, non si ricombinano che con grande lentezza, ciò che è naturale visto che la loro mobilità è minore di quella dei ioni gassosi.

Quantunque non abbia ancora fatte misure comparative esatte, dall'insieme delle mie esperienze mi sono persuaso, che l'aumento di conducibilità provocato dal radio è relativamente considerevole nell'olio di vasellina e in quello d'oliva, ed un poco minore negli altri liquidi citati, e segnatamente nel solfuro di carbonio.

Secondo il Curie il fenomeno sarebbe invece massimo in quest'ultimo liquido e debolissimo nell'olio di vasellina.

Solidi. — Le poche esperienze fatte finora sui dielettrici solidi non mi hanno fornito che risultati negativi, e perciò lasciano incerta l'esistenza di un aumento della loro conducibilità dovuta ai raggi β .

La paraffina, la gomma lacca, lo zolfo, ecc., messi fra due armature oppostamente cariche, possono mantenere a lungo sensibilmente invariata la differenza di potenziale fra le armature stesse; è dunque impossibile adottare con questi dielettrici il metodo precedente.

Ho cominciato quindi col ripetere le antiche mie esperienze ⁽¹⁾ adoperando la stessa cassetta di piombo piena di paraffina, ma facendo agire i raggi β invece che i raggi X. Il risultato è stato negativo.

Ho fatto poscia un'altra esperienza con un metodo differente, che mi pare preferibile, perchè elimina completamente o quasi la principale causa d'errore indicata sul principio.

Una cassetta di piombo ABCD (fig. 4) simile a quella della fig. 2 e contenente una lastra di piombo L, fu riempita con colofonia, fusa con pre-

cauzione onde evitare per quanto è possibile la formazione di bollicine. La lastra L, porta in alto un minuscolo pozzettino *n* contenente una gocciolina di mercurio, ed è completamente circondata dalla colofonia solidificata che arriva sino all'orlo del pozzettino. Una lastra di piombo MM serve poi a chiudere il foro del coperchio GG.

Per caricare l'armatura L e farla comunicare coll'elettrometro E valgono un braccio mobile P, comunicante col polo isolato della batteria di

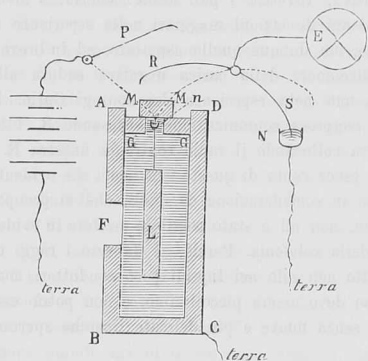


Fig. 4.

accumulatori, ed un arco mobile RS comunicante coll'elettrometro. In che consista il metodo adottato risulterà dal modo nel quale furono fatte le esperienze.

Levata la lastra MM, si abbassano P ed R. Il condensatore, di cui L ed A B C D sono le armature, si carica, ed E indica il potenziale di L, mentre A B C D è permanentemente a terra. Si sollevano P ed R e si colloca a posto MM. Il condensatore resta carico, ed E si scarica, perchè S si immerge nel pozzetto a mercurio N comunicante col suolo. Si lascia a sè il condensatore per un determinato tempo (nel caso mio 5 minuti primi), poi si toglie MM e si abbassa R. Subito l'elettrometro devia, ed accusa un potenziale circa metà di prima, perchè la capacità del condensatore è poco differente da quella dell'elettrometro, e la scarica di esso in 5 minuti è quasi inapprezzabile. Questo potenziale si determina osservando le prime tre oscillazioni dell'ago, delle quali si tiene nota. Fatta una prima esperienza così, se ne fa subito un'altra analoga, ma colla differenza che per i 5 minuti, durante i quali il condensatore rimane abbandonato a sè stesso, il radio

è collocato contro la finestra F. Dopo di che si fa una terza esperienza identica alla prima, poi una identica alla seconda, e così di seguito.

È chiaro, che se il radio conferisce effettivamente al dielettrico una certa conducibilità, la deviazione dell'elettrometro nelle esperienze, nelle quali interviene il radio, sarà minore di quella osservata nelle altre. E questo fu il risultato da me avuto dapprima.

Senonchè certe particolarità del fenomeno mi misero in sospetto, e mi consigliarono a cambiare il segno della carica data all'armatura L, che era stata sempre positiva. Invertiti i poli della batteria, s'invertì anche il risultato, e cioè ottenni deviazioni maggiori nelle esperienze col radio. L'effetto osservato non era dunque quello aspettato, ed in breve mi persuasi che si trattava semplicemente della carica negativa ceduta alla lastra L dai raggi β , come in una nota esperienza dei coniugi Curie. Messo infatti L ed E scarichi in reciproca comunicazione abbassando R, ottenni subito una deviazione negativa collocando il radio contro la finestra R.

Cercando di tener conto di questo fenomeno, che evidentemente avrebbe dovuto esser preso in considerazione da quelli che si occuparono della questione qui studiata, non mi è stato possibile mettere in evidenza un aumento di conducibilità della colofonia. Perciò, se davvero i raggi del radio producono un tale effetto non solo nei liquidi poco conduttori, ma anche nei dielettrici solidi, esso deve essere piccolissimo, e non potrà essere considerato come dimostrato, senza nuove e più delicate ricerche sperimentali.

Matematica. — *Sui gruppi transitivi dello spazio ad n dimensioni.* Nota del dott. EUGENIO ELIA LEVI⁽¹⁾, presentata dal Socio LUIGI BIANCHI.

II.

4. Il Lie dimostra⁽²⁾ che un gruppo primitivo dello spazio ad n dimensioni non può contenere operazioni di ordine $> 2n + 1$. Egli però esprime l'opinione che tale limite sia assai troppo alto e che un gruppo primitivo non possa contenere operazioni > 2 . Io voglio mostrare, come conseguenza del teorema generale dato nel n. precedente, che un gruppo primitivo non può contenere operazioni di ordine > 4 .

Premetto perciò un teorema sui gruppi primitivi. *Condizione necessaria e sufficiente affinché un gruppo G sia imprimitivo, è che esista in esso un gruppo intransitivo contenente tutte le operazioni di ordine > 0 e qualche operazione di ordine 0 in un punto generico O.* La condizione è

(¹) V. pag. 133.

(²) Lie-Engel, *Transformationsgruppen*, Dritter Abschnitt, pag. 313.