

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCV.

1898

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VII.

2° SEMESTRE



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1898

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 16 ottobre 1898

Fisica. — Variazione della costante dielettrica del vetro per la trazione meccanica. Nota II del dott. G. ERCOLINI, presentata dal Socio A. RÒTTI.

7. Per decidere sperimentalmente in modo che non lasci dubbio, se sia conforme al vero la deduzione del Lippmann che la capacità d'un condensatore aumenti proporzionalmente alla trazione esercitata sul dielettrico, mi pare debbano essere soddisfatte le seguenti condizioni:

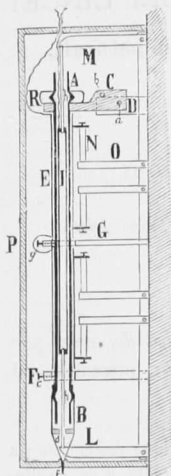
a) Le armature del condensatore da assoggettare a trazione devono essere a distanza dal vetro, affinchè si possa escludere l'assorbimento elettrico e la conduzione attraverso il vetro stesso.

b) L'elettrometro, atto a manifestare le piccolissime variazioni di capacità che si tratta di misurare, dev'essere sensibile il più possibile e deve avere la più piccola capacità possibile.

Di più, per eliminare la perturbazione dovuta ad un cambiamento di temperatura del vetro per la trazione, bisognerà che le deviazioni dell'elettrometro siano durature.

Per la prima condizione s'incontra la difficoltà di mantenere fermo, rispetto alle armature, il dielettrico quando si assoggetta alla trazione. A tutto rigore può dirsi impossibile il conseguire un tale intento, ma dopo non pochi tentativi sono riuscito ad avvicinarmici tanto da render ben sicuri i risultati. Da principio ho adoperato lastre di vetro, ma riuscita vana ogni cura, le ho abbandonate per dei tubi, e, dopo non poche prove, son giunto ad una disposizione che mi ha sodisfatto.

Ad una robusta canna di vetro di Turingia *AB* del diametro medio interno di mm. 17,5 e del diametro esterno di mm. 22, ho fatto, presso le estremità ed alla distanza fra loro di cm. 130, due rigonfiamenti; quello superiore, molto regolare, l'ho rinchiuso con precauzione in un grosso *raccordo Regnault R*,



che lo abbraccia completamente e lo tocca in ogni punto. Il raccordo *R* posa sopra un robusto anello di ferro *C*, che può fissarsi alla sbarra murata *D* mediante un bulone *a* ed una spina conica, la quale, spinta più o meno nel foro *b* a contrasto con lo spigolo superiore di *D*, permette di ridurre *C* più o meno inclinato, per rendere la canna ben verticale.

Al di sopra del rigonfiamento inferiore si trova un anello *F* murato, che, mediante tre viti *c*, serve a tenere la canna in una posizione determinata. Su questo rigonfiamento la canna ha una forte legatura, da cui partono sei capi di corda, tenuti prima discosti da un anello *d* e che vanno poi a riunirsi in *f*, ove è attaccato un uncino che porta un piatto sul quale si mettono con precauzione i pesi tensori.

Messa verticale la canna, affinché il rigonfiamento superiore si adattasse bene in *R*, caricai il piatto con un peso maggiore di quello a cui volevo giungere colle esperienze, cioè con oltre 120 kg., e ve li lasciai per qualche ora. Tolsi poi i pesi, e, fissando con un cannocchiale la canna, non potei scorgere direttamente spostamenti di sorta ogni qualvolta caricavo il piattello di 20 kg., fino a giungere di nuovo ai 120 kg. Non bastando questo a convincere che la canna fosse assolutamente ferma, ricorsi ad una disposizione molto più sensibile, costituita di un sistema di due leve ad angolo retto fra loro, che spostavano due specchietti davanti ai quali era un cannocchiale con scala. Per mezzo di questa disposizione, con la quale 1 cm. della scala corrisponde, al più, ad uno spostamento della canna di mezzo millesimo di mm., ho veduto che il mezzo della canna soffre degli spostamenti abbastanza grandi ogni qual volta si carica il piatto di 20 kg., mentre le estremità sono molto più immobili. Perciò ho aggiunto un altro anello *G*, il quale, mediante le viti *g*, mi ha servito a tenere la canna nella stessa posizione in cui si trova quando è caricata dal massimo peso. In tal caso il massimo spostamento della canna non supera mai un cm. e mezzo della scala.

Volendo vedere se questo piccolo spostamento ha influenza sulle determinazioni che desideravo eseguire, con una trazione laterale di 1 kg. e con una di 3 kg., ho artificialmente prodotto due spostamenti della canna; nel primo caso ho osservato una deviazione di 20 cm. circa della scala, col se-

condo le immagini uscivano fuori delle scale. Se ad esperienze montate, esercitando le stesse trazioni laterali, l'elettrometro accuserà una deviazione, potrà vederne l'ordine di grandezza e giudicare se gli spostamenti massimi di 1.5 cm. che ottengo caricando la canna con 20 kg., possono o no influire sui risultati.

L'armatura interna *I* del condensatore è costituita da una canna d'ottone del diametro esterno di mm. 14, lunga cm. 100 isolata dalle mensole *M* ed *L* che la sostengono mediante lunghe bacchette *h* di flint.

L'esterna *E* è costituita da due pezzi di canna d'ottone di cm. 60 l'uno, tagliati prima secondo due generatrici, e poi rimessi insieme attorno alla canna *AB*, dalla quale distano uniformemente di circa 2 mm.; sono sostenuti dalle mensole *O* e da esse isolate mediante lunghi cilindri *N* di mastice del Palmieri.

Il tutto è rinchiuso in una cassa di legno *P* ricoperta di stagnola in comunicazione col suolo, e entro la quale trovasi una dozzina di bicchieri con acido solforico.

8. Alla seconda condizione ho soddisfatto adoperando l'elettrometro di Hankel, munito di microscopio, il quale ad una sensibilità grandissima unisce il pregio d'una piccolissima capacità. Per portare i piatti dell'elettrometro a potenziali costanti ho adoperato due pile a secco, un polo delle quali è stato sempre al suolo; per caricare il condensatore mi sono servito d'una batteria di 300 elementi zinco-rame-acqua, posta su isolatori del Mascart. L'elettrometro è protetto da un largo schermo metallico in comunicazione col suolo.

Prima di eseguire le esperienze ho voluto provare se gli spostamenti laterali, artificialmente prodotti, hanno influenza sull'elettrometro, ed ho veduto che, con tutte le disposizioni usate poi nel corso delle esperienze, la massima deviazione della foglia dell'elettrometro, prodotta da una tensione laterale di 3 kg., non è mai superiore ad una divisione piccola del micrometro oculare; il peso di 1 kg. non produce deviazione apprezzabile, ed a più forte ragione non può esser visibile quella prodotta dal massimo carico longitudinale.

Può peraltro nascere il dubbio che per lo stiramento la canna si elettrizzi sensibilmente, ed alteri perciò i risultati; ma dirò subito che non ho mai avuto segno alcuno di deviazione della foglia, sia che le armature scariche fossero riunite fra loro e coll'elettrometro, sia che una sola comunicasse coll'elettrometro e l'altra fosse a terra.

Ogni dubbio così è tolto.

9. Nelle esperienze ho usato due metodi, col primo dei quali l'armatura *E* del condensatore è in comunicazione col polo positivo della pila Volta, l'altro polo della quale è a terra; l'interna *I* colla foglia dell'elettrometro, del quale il piatto destro è unito al polo positivo della pila a secco, il sinistro col negativo. Messa prima a terra la foglia — ciò che facevo abbassando al

di qua dello schermo metallico una leva di rame in comunicazione col suolo — poi isolatala, attacco i primi 20 kg. e osservo la deviazione della foglia. Annullo questa deviazione mettendo di nuovo al suolo, poi isolo, aggiungo altri 20 kg., osservo la deviazione e così di seguito fino a 100 kg. A questo punto, annullata l'ultima deviazione ed isolata la foglia, tolgo 20 kg. ed osservo la deviazione, l'annullo, poi tolgo altri 20 kg., osservo di nuovo, e così via fino a scaricare del tutto la canna. Ripeto le esperienze non mettendo mai la foglia al suolo, e volta per volta osservo l'aumento delle sua deviazione. Giunto anche qui ai 100 kg. ritorno indietro togliendo i pesi, ed ogni volta osservo la diminuzione nella deviazione.

Raccoglio nelle seguenti tabelle i risultati ottenuti con questi due modi di eseguire le esperienze, nelle quali ogni dato è la media d'una ventina di serie d'osservazioni concordanti e perciò ha due cifre decimali:

P	Deviazione	d	P	Deviazione	δ
kg. 20	Sinistra	7,91	kg. 20	Sinistra	8,04
" 40	"	7,42	" 40	"	15,57
" 60	"	6,68	" 60	"	22,22
" 80	"	5,76	" 80	"	28,08
" 100	"	4,93	" 100	"	33,11
" 80	Destra	5,67	" 80	"	28,01
" 60	"	6,52	" 60	"	22,14
" 40	"	7,21	" 40	"	15,43
" 20	"	8,01	" 20	"	8,03

dove P è il peso in kg., d e δ rappresentano il numero delle divisioni del micrometro oculare.

Ripeto poi queste serie d'esperienze sia mettendo al suolo il polo positivo della pila di Volta e caricando col negativo l'armatura E , sia caricando, prima positivamente e poi negativamente, l'armatura interna I e tenendo l'esterna in comunicazione con la foglia dell'elettrometro. Ripeto infine queste otto serie d'esperienze scambiando fra loro i piatti dell'elettrometro.

Col secondo metodo invece l'armatura al potenziale zero del condensatore è in comunicazione con un piatto dell'elettrometro di cui l'altro è a terra; la foglia è unita ad un polo della pila a secco e l'altra armatura del condensatore comunica con un polo della pila di Volta. Ripeto le sedici serie d'esperienze nel modo sopra descritto, ed ottengo risultati concordanti fra loro e coi precedenti.

Dunque si vede che, operando in tutti i modi possibili a potenziale costante, l'armatura isolata, con la trazione del coibente, assume un potenziale

del medesimo segno dell'altra; questo vuol dire che la capacità del condensatore *aumenta*.

L'elettrometro, usato in tutte le esperienze a sensibilità costante, è stato accuratamente tarato ed ogni divisione corrisponde alla differenza di potenziale di 0,01 volta. Le sue deviazioni sono esattamente proporzionali alle differenze di potenziale. Quelle ottenute nelle esperienze sono restaste costanti per molto tempo. La temperatura dell'ambiente è variata di pochi gradi.

Come riprova ho voluto sperimentare a carica costante, e perciò ho messo l'armatura esterna del condensatore in comunicazione colla foglia dell'elettrometro, il piatto destro del quale è unito al polo positivo della pila a secco, il sinistro al negativo. L'armatura interna I vien caricata per un tempo sufficiente, unendola al polo positivo della pila di Volta. Messa prima al suolo la foglia, poi isolatala, ho attaccato i pesi ed ho avuto sempre una deviazione a *destra*, che, com'era prevedibile, è risultata sempre minore delle analoghe fatte a potenziale costante; cioè l'armatura scarica assume un potenziale di *segno contrario* a quello della caricata. Anche questo conferma l'*aumento* di capacità con la trazione.

Ho voluto vedere inoltre quel che accade aumentando considerevolmente i pesi tensori fino a rompere la canna; per ciò, terminate tutte le esperienze, l'ho sovraccaricata e, con la prima disposizione descritta, ho avuto i seguenti risultati:

P	Deviazione	<i>d</i>
kg. 100	Sinistra	4,8
" 120	"	4,5
" 140	"	4,3
" 160	"	4,4
" 180	"	4,3

L'aggiunta di altri 20 kg. ha determinato la rottura delle corde, in modo che, per l'urto ricevuto, la canna si è spezzata verso l'estremità inferiore.

Come si scorge dalle quattro ultime esperienze, pare che la deviazione finisca per rimanere costante.

10. Dall'esame dei risultati sopra riportati si osserva che l'aumento di capacità non è proporzionale al peso tensore, ma in principio gli aumenti sono maggiori che in seguito.

Si potrebbe pensare che sulle deviazioni dell'elettrometro abbiano influenza, oltre che l'aumento di capacità dovuto alla variazione della costante dielettrica, anche altre cause. Una diminuzione *sensibile* di capacità

per l'assottigliamento del tubo dovuto alla trazione, quand'anche potesse invocarsi (1), non avrebbe influenza, poichè sarebbe proporzionale al peso. Non sarebbe proporzionale al peso tensore l'effetto di un eventuale raddrizzamento della canna la quale, per quanto si usi ogni cura nello sceglierla, non sarà mai rigorosamente diritta; ma tale raddrizzamento farebbe diminuire sulle prime il tratto delle linee di forza compreso nel dielettrico solido, operando sull'elettrometro in senso inverso all'aumento di capacità, e quindi non potrebbe dar ragione dei risultati che si scostano per difetto della legge di proporzionalità.

Dunque, prescindendo dal caso molto improbabile che i pesi rendano la canna meno diritta, ed avendo escluso, come ho dimostrato più sopra, ogni spostamento laterale, credo che il fatto possa spiegarsi nel seguente modo:

Il Lippmann nella sua Memoria (2) stabilisce le equazioni:

$$(a) \quad \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\partial c}{\partial p} \quad \text{dove} \quad h = \frac{\partial l}{\partial x} \quad (b)$$

indicando con l la lunghezza del dielettrico, con x la differenza di potenziale, con c la capacità del condensatore, e con p il peso tensore. Ed ammettendo che sia:

$$Al = \frac{1}{2} Kx^2 \quad (c)$$

secondo le esperienze del Righi, giunge alla relazione:

$$c = c_0 + Kp$$

che stabilisce la proporzionalità fra l'aumento di capacità e il peso tensore.

Ma è da osservare che il prof. Righi stesso pensa che la legge (c) da lui verificata, in limiti un po' ristretti, possa non esser rigorosa, e quindi che siano accettabili i risultati delle esperienze del Quinke (3), il quale trova pel vetro di Turingia e pel flint deformazioni crescenti alquanto più rapidamente di quello che richiede la legge medesima.

Ora dalle mie esperienze risulta che la variazione di capacità in principio aumenta meno rapidamente del peso tensore, cioè la curva rappresentativa dei miei risultati volge la sua concavità verso l'asse delle ascisse, se su questo si contano i pesi.

Ma le equazioni (a) e (b) danno la relazione:

$$\frac{\partial^2 l}{\partial x^2} = \frac{\partial c}{\partial p}$$

(1) Il Mascart osserva che questa diminuzione di capacità può trascurarsi. Vedi *Électricité et Magnétisme*, vol. I, 2ª edizione, pag. 117, 1896.

(2) *Annales de Chim. et de Phys.*, vol. 24, 5ª série, p. 163, 1881.

(3) *Wied. Ann.*, Band. 10, p. 161, 1880.

Se si tracciano le curve dei principali risultati forniti dal Quincke nella tabella 10^a (p. 190, l. c.), prendendo per ascisse i potenziali dedotti dalla tavola di Heydweiller (1), corrispondenti alle varie distanze esplosive, e per ordinate le deformazioni, queste curve rivolgono la convessità verso l'asse delle ascisse. Desumendo graficamente da queste, le rappresentazioni delle derivate seconde, $\frac{\partial^2 l}{\partial x^2}$, si ottengono delle curve che, salvo alcune irregolarità per potenziali superiori ai 15 mila volta, potenziali ai quali le cause di errore provenienti da dispersione si fanno molto sentire, rivolgono la loro *concavità* verso l'asse delle ascisse, ed in generale ad esso si avvicinano. Del tutto simile a queste è la curva rappresentativa delle derivate prime $\frac{\partial c}{\partial p}$, che si deduce dai miei risultati.

Si vede dunque che le mie esperienze possono andare d'accordo con quelle del Quincke.

Concludendo, resta verificata, con tutta la sicurezza desiderabile, la deduzione teorica del Lipmann, che, cioè: « La costante dielettrica del vetro stirato *aumenta* con la trazione ».

La proporzionalità fra quest'aumento e il peso tensore si verifica tanto meglio, quanto più grande è il peso, ma in principio è in difetto: e questo è in accordo con le esperienze del Quincke.

Sento il dovere di ringraziare il prof. Ròiti dei consigli che mi ha dato, e dei mezzi che ha messo a mia disposizione.

Fisica. — *Sui raggi catodici, sui raggi Röntgen e sulla grandezza e la densità degli atomi* (2). Nota di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio BLASERNA.

Allorchè il Crookes espone la sua teoria della materia radiante, secondo la quale i raggi catodici erano costituiti da molecole elettrizzate negativamente a contatto del catodo e muovendosi in linea retta, prima per effetto della ripulsione che subivano da esso e poscia per inerzia, una delle principali obiezioni a questa teoria fu che queste molecole non avrebbero potuto continuare a muoversi in linea retta, cioè senza urtare nelle altre molecole ed essere deviate, che per un tratto in media molto piccolo, uguale alla media corsa rettilinea delle molecole, la quale invece dalla teoria cinetica dei gas risultava molto minore della distanza a cui pervenivano i raggi catodici.

(1) Wied. Ann., Band. 48, 1893.

(2) Lavoro eseguito nel Gabinetto fisico dell'Università di Cagliari. Settembre 1898.