

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXX
1923

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

Aggiungendo all'ultima colonna la seconda moltiplicata per $\frac{2B}{\lambda}$ e la terza per $-\frac{2A}{\lambda}$ si trova così ($\lambda \neq 0$):

$$\begin{aligned} H_1^2 &= H^2 \left(-\mu + b \frac{2B}{\lambda} - c \frac{2A}{\lambda} \right) \lambda \left\{ 2B(\mu_v + 2Bq) - \lambda\mu - 2A(\mu_u + 2Ap) \right\} \\ &= H^2 [\lambda\mu + 2A(\mu_u + 2Ap) - 2B(\mu_v + 2Bq)]^2 \end{aligned}$$

(risultato valido anche per $\lambda = 0$, com'è evidente) ossia:

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{H_1}{H} &= N = 2A(\mu_u + 2Ap) - 2B(\mu_v + 2Bq) + \lambda\mu \\ &= 2A(\lambda_u + 2AP) + 2B(\lambda_v - 2BQ) + \lambda\mu \end{aligned}$$

che è una espressione essenziale per la nostra teoria.

Se fosse $N = 0$, la seconda falda sarebbe degenera. Escludiamo questo caso di minore interesse.

Fisica. — *Fenomeni foto-elettrici sui coibenti elettrizzati per strofinamento* (1). Nota del Corrisp. P. CARDANI.

L'argomento è stato molto limitatamente trattato dal Righi nelle sue classiche ricerche: egli, infatti, affermò (2) che « prendendo un disco coibente, per es. di zolfo, collocandolo sopra un disco metallico comunicante con l'elettrometro, ed elettrizzando negativamente la faccia libera del coibente, per es. con lo strofinamento, appena le radiazioni cadono sul coibente elettrizzato, l'elettrometro devia in senso positivo, se fu messo prima dell'esperienza in comunicazione col suolo, o si vede diminuire la deviazione negativa rimasta, se lo si è lasciato con la sua carica d'influenza ». « L'effetto è notevolissimo con lo zolfo, un po' minore con l'ebanite, e assai piccolo con la gomma lacca e specialmente col vetro ».

Dopo quelle del Righi, pochissime furono le esperienze (3) sul fenomeno foto-elettrico presentato dai coibenti; e nessuno, che mi consti, ha seguito il metodo del Righi: d'altra parte dall'accenno fatto dal Righi « sulla diminuzione della deviazione negativa dell'elettrometro rimasta, se lo si è lasciato con la sua carica d'influenza » è da ritenere che egli abbia sperimentato con piccole quantità di elettricità svolte per strofinamento.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Parma.

(2) Righi. *Sui fenomeni elettrici provocati dalle radiazioni*. Nuovo Cimento, 1889, serie II, tomo XXV, pag. 136.

(3) Vedi Hughes, *Die Lichtelectricität*. Leipzig, 1915, pag. 157.

In seguito ai risultati ottenuti per gli effetti foto-elettrici sui metalli con potenziali molto elevati, prossimi a quelli corrispondenti alla scarica per scintilla, ho pensato che un particolare interesse avrebbe potuto presentare una analoga ricerca nei coibenti, seguendo lo stesso metodo del Righi, ma estendendola ai campi più intensi che si possono ottenere per mezzo dello strofinamento delle lastre medesime, quando, cioè, esse avessero conseguita la quantità massima di elettricità, e sottoponendo in seguito la faccia negativa all'azione delle radiazioni ultra-violette. La presente Nota riporta i risultati da me ottenuti seguendo questo indirizzo.

* * *

Come sorgente delle radiazioni ho adoperata una lampada di quarzo a vapore di mercurio dell'Heraeus; ho dovuto abbandonare l'arco voltaico, perchè molto incostante, specialmente facendo uso di carboni un po' spessi: con carboni sottili ho tuttavia ottenuti risultati discreti ma non certo paragonabili, per la loro concordanza, con quelli ottenuti con la lampada di quarzo: questa funzionò sempre alimentata da una corrente di 1,6 amp. con 110 volta.

La disposizione sperimentale adoperata è stata la seguente.

A circa 18 cm. dalla lampada di quarzo era posto un grande schermo di cartone che portava una finestra rettangolare, capace di lasciar passare quel tanto di radiazioni da investire nella parte mediana la lastra coibente: subito dopo lo schermo, una rete metallica, collocata sopra un tavolo, si protendeva per oltre un metro dai lati: essa era chiusa superiormente con altra rete metallica così da costituire un ampio conduttore chiuso, tranne che nella parte posteriore. Dentro la rete, sul tavolo, era posto il supporto di vetro verde e paraffinato, sul quale era avvitata una piccola forcilla in ebanite che sosteneva la lastra isolante: la faccia strofinata di quest'ultima si disponeva, naturalmente, in modo che fosse rivolta verso la lampada, mentre la faccia non battuta era armata di un disco metallico che comunicava con un filo molto lungo e sottile con l'ago di un elettrometro del Mascart, opportunamente modificato per ridurne, per quanto era possibile, la capacità.

Nel filo era inserito un interruttore, col quale, manovrandolo a distanza, si poteva stabilire o togliere la comunicazione col suolo.

Dinnanzi alla apertura praticata sullo schermo era collocato un altro schermo a cerniera, che serviva per intercettare le radiazioni che dalla lampada arrivavano alla lastra in esame, la quale in tal modo veniva oscurata. La lastra coibente si trovava complessivamente a circa 50 cm. dalla lampada: finalmente davanti al supporto della lastra era collocato, sempre internamente alla rete, un piccolo tavolino di legno comunicante col suolo, sul quale si poteva disporre la lastra per alcune misure di controllo.

Ho adoperato lastre in forma di dischi circolari di 20 cm. di diametro ed 1 cm. di spessore: lo specchietto dell'elettrometro dava un'immagine luminosa sopra una scala posta a 6 m. di distanza, le cui divisioni corrispondevano a 10 cm.

*
*
*

Ho anzitutto verificato se l'apparecchio fosse in condizioni di ottimo isolamento: per ciò, strofinata la lastra di ebanite con 100 battute, date con un panno di lana, in modo di avere lo stato di saturazione e collocatala sulla forcella, dopo pochi minuti per attendere l'assestamento delle cariche, isolando l'ago dell'elettrometro, esso rimaneva rigorosamente fermo. In secondo luogo ho verificato se cause esterne di ionizzazione potessero influire sulla carica della lastra: accesa una fiamma in prossimità della rete, ma esternamente, non ostante l'abbondante ionizzazione prodotta, l'ago dell'elettrometro isolato rimaneva ancora rigorosamente fermo; introdotto invece dentro la rete un piccolo disco ricoperto di ossido di torio, l'ago, appena isolato, deviò vivamente dalla parte delle deviazioni positive. La rete dunque proteggeva completamente le cariche collocate nel suo interno da cause perturbatrici esterne.

In terzo luogo ho esaminato se vi fossero cause perturbatrici dovute ad effetti foto-elettrici delle radiazioni sulla rete che dalle medesime veniva attraversata: per ciò ho collocato la lastra coibente elettrizzata sempre internamente alla rete, ma di fianco al cammino delle radiazioni, così che non ne venisse investita. Con la faccia negativa rivolta verso l'esterno, l'ago isolato rimaneva immobile, come doveva essere perchè la carica indotta sulla rete essendo positiva, nessun fenomeno foto-elettrico doveva manifestarsi: ma, invertita la lastra, in modo di mettere verso l'esterno la faccia positiva, l'ago dell'elettrometro deviava, accusando appunto un processo foto-elettrico che doveva prodursi sulla rete metallica. Ho quindi spalmato di sego tutta la regione della rete, attraverso la quale passavano le radiazioni della lampada, e l'effetto scomparve del tutto.

Eliminate così le possibili cause di errore, ho provato il comportamento dell'apparecchio col solito effetto foto-elettrico. Posta quindi sulla forcella una lastra di rame iodurata in comunicazione con l'ago dell'elettrometro e la lastra di ebanite elettrizzata sul tavolino di legno con la faccia strofinata negativa rivolta verso la lastra di rame, fatta investire quest'ultima dalle radiazioni, l'ago rimase immobile, come doveva infatti avvenire per esser la carica indotta sulla lastra di rame positiva: ma capovolta la lastra di ebanite, così da portare la faccia positiva al posto della precedente, l'ago dell'elettrometro venne come sbalzato fuori della scala, compiendo oltre 10 divisioni di deviazione per minuto secondo. Spesso mi sono servito di questa lastra di rame iodurata per avere un controllo sul regolare funzionamento dell'apparecchio.

* * *

Lo studio del fenomeno foto-elettrico sulle lastre coibenti elettrizzate per strofinamento fu da me fatto in due modi: 1°) osservando come esso variava col variare del numero delle battute date alla lastra; 2°) osservando come variava col tempo la dispersione della carica posseduta dalla lastra sotto l'azione continua della luce.

Seguendo il primo metodo, ho misurato il numero dei secondi che impiegava l'ago dell'elettrometro a deviare di un determinato numero di divisioni, per es. 5, partendo sempre nel contare il tempo dall'istante in cui l'immagine sulla scala passava sopra una divisione fissa, per es. sulla 5^a divisione dallo zero. L'effetto foto-elettrico era così inversamente proporzionale al tempo osservato. Nei seguenti specchietti sono riportati i valori ottenuti, scegliendo, tra le numerosissime serie, quelle per le quali le lastre si mostrarono quasi del tutto scariche. Nella colonna segnata con la lettera N sono riferiti i numeri delle battute date alla lastra; in quella segnata con *t* il numero dei secondi impiegati dall'immagine luminosa a percorrere 5 divisioni della scala; nella terza sono riportati i valori $\frac{1000}{t}$, ai quali sono proporzionali gli effetti foto elettrici:

Ebanite			Solfo			Pece greca		
N	<i>t</i>	$\frac{1000}{t}$	N	<i>t</i>	$\frac{1000}{t}$	N	<i>t</i>	$\frac{1000}{t}$
2	38 "	26	5	110 "	9	5	80	12
5	18	55	10	60	16,5	10	44	23
10	9,5	105	20	36	28	20	29	35
20	6,0	166	40	21,5	46,5	40	18,5	54
40	5,5	182	60	17	58	70	13,5	74
70	5	200	80	15	66	100	12,5	80
100	5	200	100	14	71	200	12,5	80
			200	14	71			

Con la ceralacca l'effetto è debolissimo non ostante essa presentasse una forte elettrizzazione, come ho potuto verificare con la lastra iodurata.

Dai precedenti specchietti si ricava che l'effetto foto-elettrico cresce da prima quasi proporzionalmente al numero delle battute per poi tendere rapidamente ad un valore massimo: ma i valori osservati variano da sostanza a sostanza e per ogni sostanza dallo stato della superficie.

Seguendo il secondo metodo, ho elettrizzata la lastra in modo da avere la massima quantità di elettricità che alla medesima poteva venir conferita per strofinamento ed ho misurato il tempo *t* in secondi, impiegato dall'immagine luminosa a percorrere 5 divisioni della scala facendo queste misure

di 10 in 10 minuti primi e contando il tempo T dal momento in cui la luce investiva la faccia elettrizzata della lastra.

Riporto, come esempio, una delle tante serie fatte con l'ebanite, elettrizzata con 100 battute:

T	t	$\frac{1000}{t}$
0'	5''	200
10	5	200
20	6	166
30	12	83
40	18	55
50	27	37
60	40	25
70	56	18
80	80	12,5
90	125	8
100	250	4
110	lastra scarica	—

Dello stesso tipo sono tutte le altre esperienze relative a misure fatte con lo zolfo e con la pece greca: ma i valori iniziali di t sono molto più elevati e per ciò molto minore la corrente osservata.

Questo secondo metodo mette in maggiore evidenza alcune particolarità del fenomeno, che sfuggono nel primo. Esso infatti, mostra che, passando dai campi più intensi, quali si hanno quando la lastra possiede la carica massima che le può esser conferita per strofinamento, in campi più deboli, quando la lastra è quasi scarica, la corrente osservata sotto l'azione delle radiazioni si modifica con una legge molto complessa.

Quando la lastra possiede la carica massima, la corrente è per un certo periodo di tempo costante: e poichè manifestamente nel medesimo periodo sotto l'azione delle radiazioni la dispersione deve compiersi, e in modo cospicuo, e quindi anche l'intensità del campo deve diminuire, la costanza del valore della corrente sta a dimostrare che in questo periodo deve esistere una corrente di saturazione: questa corrente è per l'ebanite dell'ordine di grandezza di quelle che si osservano nei metalli più foto-elettrici, come col rame iodurato, cioè una corrente molto intensa.

Invece, quando la lastra è quasi scarica, la corrente è molto debole: e siccome è presumibile che, sotto l'azione costante delle radiazioni, la quantità di elettricità, che ancora rimane, diminuisca proporzionalmente al tempo per il quale la lastra è illuminata, e quindi anche proporzionalmente al tempo diminuisca l'intensità del campo, i numeri riferiti starebbero a dimostrare che la corrente osservata diminuisce proporzionalmente all'intensità del campo

esistente sulla lastra fino a ridursi a zero. In questo caso i numeri riportati misurano il vero effetto foto-elettrico, effetto che, quando esiste, è sempre molto piccolo nelle sostanze isolanti, come è stato sempre trovato dai vari sperimentatori.

Tra queste due estreme condizioni, nelle quali si trova la lastra al principio e alla fine dell'esperienza, esiste uno stato intermedio, nel quale la corrente osservata per l'azione delle radiazioni decresce rapidamente dal valore massimo della saturazione al valore minimo corrispondente alla lastra quasi scarica.

Un andamento analogo al precedente si osserva sull'effetto foto-elettrico presentato dai metalli quando le ricerche si estendono a campi molto intensi, il cui valore vada avvicinandosi a quello per il quale si verifica la scarica per scintilla. Le esperienze dello Schweidler e del Kreuzler⁽¹⁾ dimostrano infatti, che tra una lastra metallica negativa illuminata dalle radiazioni e una rete metallica parallela positiva prospiciente, la corrente al di sopra dei 1000 volta cresce da prima pochissimo e proporzionalmente al campo; poi di più di quanto vorrebbe la legge di proporzionalità, per assumere un aumento rapidissimo avvicinandosi alle condizioni per le quali si manifesta la scarica per scintilla.

Il Thomson⁽²⁾ spiega facilmente con la teoria della ionizzazione questo particolare andamento della corrente prodotta dalle radiazioni con l'intensità del campo, ammettendo che, al vero effetto foto-elettrico, si sovrappongano, per campi sufficientemente intensi, altri effetti di molta maggiore intensità dovuti alla ionizzazione per urto.

Applicando questa medesima teoria al caso delle esperienze contenute nella presente Nota, si dovrebbe ritenere che da principio, quando la lastra è debolmente elettrizzata, si presenti il solo effetto foto-elettrico unipolare con emissione di un certo numero di elettroni, il cui allontanamento dalla lastra elettrizzata corrisponde ad una eguale carica di elettricità positiva messa in libertà, che si manifesta nella deviazione positiva dell'elettrometro: in queste condizioni la corrente varia proporzionalmente al campo. Ma gli elettroni, appena liberi, danno origine con le molecole dell'aria ad altrettanti ioni negativi, che devono muoversi in direzione contraria al campo e la cui velocità deve andare aumentando con l'aumentare del campo medesimo. Ora è noto che, quando i ioni raggiungono una determinata velocità, acquistano anche l'energia necessaria a produrre nuovi ioni, positivi e negativi; da questo momento, quando, cioè, il campo ha tal valore che i ioni negativi possono produrre la ionizzazione per urto dell'aria che attraversano, la corrente accusata dall'elettrometro deve aumentare rapidamente, aggiun-

(1) Vedi J. J. Thomson, *Passage de l'électricité à travers les gas*, pag. 262.

(2) Idem., pag. 267.

gendosi all'effetto foto-elettrico quello dovuto ai ioni positivi che dalla lastra vengono richiamati. E si comprende che il processo debba anche rapidamente intensificarsi con l'aumentare dell'intensità del campo per il numero sempre maggiore di ioni positivi che vengono a prodursi, e debba così rapidamente intensificarsi la corrente accusata dall'elettrometro.

La ricombinazione spontanea dei ioni tenderà finalmente a rendere costante il numero dei ioni positivi presenti, raggiunta la quale condizione, anche la corrente accusata dall'elettrometro dovrà rimanere costante, come appunto si osserva con l'esperienza.

Sotto un certo aspetto si può dunque ritenere che il fenomeno foto-elettrico venga amplificato attraverso la ionizzazione per urto con la presenza di campi molto intensi: della qual cosa si avrebbe una nuova conferma sperimentale, nei risultati riportati nella presente Nota.

Geofisica. — *Rilevamenti magnetici nel versante medio e nelle minori isole del Tirreno.* Nota del Corrisp. LUIGI PALAZZO.

1. In conformità del programma di esplorazione magnetica prefisso, due anni or sono, all'Ufficio Centrale Meteorologico, furono continuati nello scorso 1922 i rilievi aventi per iscopo l'accertamento delle variazioni secolari in Italia negli ultimi tempi e l'allestimento di nuove carte per magnetismo terrestre. Dovendo queste servire essenzialmente ai fini della nautica, si è ognor cercato nei rilevamenti di tenerci al mare, in quanto (difettandoci i mezzi per eseguire determinazioni magnetiche da bordo di navi al largo) si sono scelte le stazioni di misure terrestri preferibilmente lungo i litorali e nelle isole. Così nel 1921 ho compiuto l'investigazione magnetica del bacino Adriatico, dandone poi breve resoconto alla R. Accademia⁽¹⁾; e nel successivo 1922 ho intrapreso i rilievi nel Tirreno, non tutto però, ma limitatamente alla parte mediana di esso, dall'altezza di Livorno in giù fino al golfo di Napoli.

La prima stazione magnetica del 1922 fu fatta a Terracina, nel maggio, essendosi presentata l'opportunità di procedere colà a nuovi confronti fra i nostri strumenti e quelli della Istituzione Carnegie di Washington, insieme al magnetologo Parkinson, venuto a Roma col direttore Bauer pel convegno dell'Unione geodetica-geofisica internazionale. Ma il vero viaggio esplorativo del Tirreno non potè essere da me cominciato che nell'estate già avanzata, verso la fine dell'agosto, e fu poi proseguito, salvo brevi interruzioni, sino a dicembre. Il ritardo frapposto all'inizio, e l'inclemenza del tempo spesso incon-

⁽¹⁾ Rend., vol. XXXI, serie 5ª, 1º sem. 1922, pp. 230-236.