

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVIII.

1911

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XX.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1911

Ma per le formule (12) $\frac{\partial l}{\partial \xi} = 0$, $\frac{\partial l}{\partial \theta} = \frac{1}{1+\theta}$, $\frac{\partial m}{\partial \xi} = \frac{1}{2}$, $\frac{\partial m}{\partial \theta} = \frac{1}{2(1+\theta)}$.

Onde, sostituendo L ed M a $\frac{\partial \varphi}{\partial l}$ e $\frac{\partial \varphi}{\partial m}$:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \xi} = -\frac{1}{2} M, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} = \frac{1}{1+\theta} \left(L + \frac{1}{2} M \right);$$

da cui si ricava:

$$L = \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} + (1+\theta) \frac{\partial \varphi}{\partial \theta}, \quad M = -2 \frac{\partial \varphi}{\partial \xi}.$$

Se, in particolare,

$$\varphi = \int_0^\xi f(\xi) d\xi + \int_0^\theta \frac{1}{1+\theta} g(\theta) d\theta,$$

sarà

$$L = f(\xi) + g(\theta), \quad M = -2f(\xi),$$

ove f e g possono rappresentare funzioni arbitrarie, salvo la condizione, su cui qui non mi fermo, che il potenziale resulti positivo.

Se, finalmente, $f = -\frac{A}{2}$, $g = \frac{A}{2} (1+2h)\theta$, A ed h essendo due costanti, sarà $L = Ah\theta$, $M = A$; e si ritrovano le formule (18).

Fisica. — *Su la diffusione del potenziale elettrostatico nell'aria* ⁽¹⁾. Nota del Corrispondente A. GARBASSO e di G. VACCA.

1) In una Nota, pubblicata in questi Rendiconti ⁽²⁾, abbiamo richiamato l'attenzione sopra una vecchia esperienza di Bennet e di Volta. L'elettricità *dispersa* per una punta, o con qualunque altro artificio, nell'aria di una stanza, si studiava per mezzo di un elettroscopio munito di fiamma.

Noi facevamo vedere che se la punta e la fiamma sono separate da un intervallo considerevole (10 o 15 metri, per esempio) il massimo del potenziale arriva all'elettroscopio qualche minuto dopo che la macchina ha finito di agire.

Già allora cercavamo di formarci un'idea del processo ammettendo la formazione di particelle elettrizzate, di *ioni*, i quali diffonderebbero nell'aria con una velocità assai grande.

Abbiamo istituito una serie di esperienze, che ci permettono di confermare l'ipotesi della diffusione e rivelano ad un tempo alcuni fatti nuovi.

2) Volendo studiare il fenomeno sotto forma semplice, e atta alle indagini quantitative, è opportuno disporre le cose in guisa da far dipendere il processo da una sola coordinata cartesiana. Bisogna, in altri termini, che le

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

⁽²⁾ Rend. R. Acc. dei Lincei (5), XX, [2], 1911, pag. 239.

particelle elettrizzate nascono uniformemente sopra un piano, invece che in un punto unico, come avveniva nelle nostre prime esperienze.

Si è dunque pensato di costruire un grande telaio di legno, di 5 metri per 5 metri e mezzo. Il telaio era rinforzato da due traverse parallele ai lati più corti, per modo che la sua area risultava divisa in tre rettangoli uguali.

Sui lati e su le traverse, ad intervalli regolari, abbiamo distribuito 50 punte (grossi chiodi di ferro) normali al piano del telaio, rivolte tutte dalla stessa parte, e collegate insieme con fili di rame sottili.

Il grande telaio fu sospeso, per mezzo di funi e attacchi isolanti, nell'Aula Magna dell'Università di Genova ⁽¹⁾, e mantenuto parallelo alle pareti minori a 5 metri da una di esse. Il lato lungo del detto telaio riusciva orizzontale, ad un metro circa dal suolo; e le punte erano rivolte verso il centro della sala.

Si aveva così un *piano* che, posto in comunicazione con una macchina elettrica, avrebbe dovuto emettere su tutta la sua superficie un gran numero di particelle elettrizzate.

La macchina (una Whimshurst a quattro dischi, chiusa nella sua custodia di vetro) fu collocata fra il telaio e la parete più vicina.

Il potenziale si studiava, al solito, per mezzo di una candela accesa. Questa era portata da una specie di lampada, costruita con un piatto di ebanite e quattro funicelle. Alla lampada, con una disposizione facile ad immaginare, potevano darsi due spostamenti, uno verticale e uno orizzontale, per modo da farle occupare un punto qualunque del piano mediano verticale, parallelo alle pareti maggiori dell'Aula.

Un filo di rame isolato collegava la fiamma della candela con il bottone dell'istrumento di misura ⁽²⁾. Era questo un elettrometro del tipo Braun, graduato in Volta, e si teneva, fisso, sopra un trepiede di legno, in mezzo alla stanza, a 10 metri dal telaio ⁽³⁾.

La fiamma è posta sempre a 3 metri e mezzo dal suolo, su la perpendicolare dunque condotta al piano del telaio, nel punto d'incontro delle sue diagonali.

Se si parlerà di osservazioni fatte, poniamo, a 10 o a 15 metri dal telaio, si intenderà che questa o quella fosse l'*ascissa* della fiamma (e non dell'elettrometro).

3) Facendo agire la macchina e collegando uno dei suoi conduttori con la terra, e l'altro col telaio, e tenendo accesa la candela, unita all'elettro-

⁽¹⁾ L'Aula Magna dell'Università di Genova è una bellissima sala, lunga 24 metri, larga 12 e alta 15.

⁽²⁾ Il filo non scende direttamente dalla lampada all'elettrometro, ma si avvolge prima sopra una taglia a 6 puleggie, portata dalla lampada.

Si può impiegare così un filo assai lungo, che permette un grande spostamento orizzontale della lampada, senza che il filo stesso arrivi al suolo quando la lampada è prossima all'elettrometro.

⁽³⁾ L'involucro esterno dell'elettrometro è sempre a terra.

metro nel modo che s'è detto di sopra, si hanno subito indizi di un potenziale elevato; ma si tratta di un effetto a *distanza*.

Convienne eliminarlo; e per questo abbiamo adottato il partito di mettere a terra l'elettrometro mentre la macchina agisce. Appena l'azione è terminata, si pone a terra il telaio ⁽¹⁾, e si isola invece l'elettrometro.

L'ordine di un'esperienza è dunque il seguente:

- a) si accende la candela e si porta la lampada nella posizione opportuna;
- b) si mette a terra l'elettrometro, e con esso la fiamma;
- c) si mette a terra un polo della macchina e si collega l'altro (il *secondo*) col grande telaio;
- d) si fa agire la macchina;
- e) si mette a terra il telaio, e con esso il secondo polo della macchina;
- f) si isola l'elettrometro;
- g) si leggono le indicazioni di quest'ultimo con un cannocchiale, posto lateralmente a 3 metri e mezzo di distanza.

4) La Tabella I contiene i dettagli di un'esperienza. In essa X è l'ascissa della fiamma, contata a partire dal telaio; θ è l'intervallo per il quale la macchina ha agito; t è il tempo contato dall'istante in cui la macchina ha cessato di agire, e aumentato di $\theta/2$; V è il potenziale della fiamma, come viene fornito dall'elettrometro di Braun.

TABELLA I.

(25 ottobre 1910; tempo bello).

Punta positiva.

$X = 10$ m.

$\theta = 30''$.

t	V	t	V
0 55''	600	6 35''	480
1 15	710*	55	450
35	650	7 15	360
55	600	35	330
2 15	530	55	320
35	400	8 15	300
55	250	35	240
3 15	150	55	240
35	100	9 15	240
55	80	35	240
4 15	90	55	230
35	130	10 15	270
55	170	35	300***
5 15	250	55	270
35	340	11 15	250
55	450	35	240
6 15	490**	55	230

La curva che esprime l'andamento del potenziale ha dunque 3 massimi.

⁽¹⁾ E il conduttore della macchina che gli è unito.

5) La Tabella I riproduce il fenomeno nella sua forma tipica. Ma il processo dipende da varie circostanze e in particolare dalle condizioni igrometriche dell'ambiente.

Se il tempo è nuvoloso, il terzo massimo manca, il secondo è meno spiccato e può anche ritardare.

6) Se anche il tempo è sereno, la prima e spesso la seconda esperienza di ogni mattina presentano i caratteri corrispondenti al tempo nuvoloso. A volte, anzi, anche il secondo massimo scompare.

7) Se la punta si fa negativa, invece che positiva, si trovano qualitativamente e quantitativamente i medesimi risultati. Ma può comparire anche un quarto massimo.

8) Volendo confrontare questi risultati con quelli che seguono dall'ipotesi della diffusione, si osserverà che le condizioni del problema sono precisamente quelle ammesse nella Nota di uno di noi *Sopra un particolare fenomeno di diffusione* ⁽¹⁾.

« La concentrazione c della sostanza che diffonde è nulla da principio in tutto lo spazio; al tempo $t = -\theta/2$ essa prende sopra un piano ($x = 0$) il valore K , e lo conserva fino all'istante $t = +\theta/2$, per ridursi poi di nuovo e rimanere durevolmente allo zero ».

L'andamento, che dovrebbe corrispondere all'esperienza del paragrafo quarto, sarebbe dunque quello della fig. 2 nella Nota citata. E i caratteri delle due linee, della teorica e della sperimentale, sembrano dunque molto diversi.

La teorica presenta un solo massimo, la sperimentale ⁽²⁾ ne presenta tre.

Ma quando si volesse ad ogni modo mantenere la prima ipotesi, si potrebbe pensare di essere in presenza di diverse sostanze, le quali diffonderebbero, una indipendentemente dall'altra. Ciascun massimo sarebbe caratteristico di una sostanza particolare.

Che un simile modo di vedere non sia assurdo, si riconosce ripetendo le esperienze per diversi valori della X .

Indicando con T il tempo del massimo, che corrisponde all'ascissa X , viene infatti ⁽³⁾:

$$T = \frac{X^2}{6k^2}$$

« Per due diverse ascisse i tempi dei massimi di ugual ordine stanno fra loro come i quadrati delle ascisse ».

⁽¹⁾ Rend. R. Acc. dei Lincei (5), XX, [1], 1911, pag. 197.

⁽²⁾ Si confronti la Tabella I.

⁽³⁾ Nota citata formola (5').

9) Trattandosi di esperienze soggette a molte cause di errore non è il caso di paragonare i risultati a coppie; ma converrà invece di prendere, per le due ascisse che serviranno al confronto, le medie dedotte da un gran numero di determinazioni.

Servono all'uopo le Tabelle II e III.

TABELLA II.

X = 10.

Data	Segno della punta	θ	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
27.9.10	+	30''	1' 15''	?	9' 5''	
10.10.10	—	30	1 15	5' 5''	9 55	
Id.	+	30	1 15	6 35	12 25	
15.10.10	+	30	1 25	4 25	11 25	
Id.	—	30	55	4 55	?	15 15''
Id.	+	30	1 25	?	11 25	
17.10.10	+	30	1 25	6 35	12 25	
20.10.10	+	90	1 45	6 5	13 5	
25.10.10	—	30	1 35	5 30	11 10	15 0''
Id.	+	30	1 15	6 15	10 35	
Medie . . .			1 21	5 41	11 17	15 7

TABELLA III.

X = 14.

Data	Segno della punta	θ	T ₁	T ₂	T ₃
27.9.10	?	30''	1' 55''	10' 55''	?
Id.	?	30	2 15	9 15	20 55
20.10.10	—	90	2 0	10 45	20 40
22.10.10	+	60	1 45	10 15	?
25.10.10	+	60	2 30	11 50	20 20
Id.	+	30	1 25	9 15	20 45
Id.	+	60	2 50	11 0	?
27.10.10	+	60	2 10	11 50	?
Medie . . .			2 6	10 34	20 40

Raccogliendo si ottiene:

X	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
10	1' 21''	5' 41''	11' 17''	15' 7''
14	2 6	10 34	20 40	.

e dunque i numeri della seconda orizzontale sono tutti prossimi al doppio di quelli che loro corrispondono nella prima, ma tutti un po' minori del doppio. Lo scostamento dal rapporto teorico è assai sensibile per il primo massimo (1,56), meno per il secondo (1,86) e per il terzo (1,83).

È ragionevole del resto che le cose vadano appunto così; perchè la formula che si vorrebbe verificare è dedotta nell'ipotesi che le T siano grandi rispetto alle θ .

10) In un altro modo si può confrontare l'esperienza con la teoria: studiando la distribuzione del potenziale nella sala ad un dato istante.

Il primo pensiero nostro fu quello di far scorrere la lampada orizzontalmente, mantenendola sempre alla medesima altezza. Ma abbiamo dovuto rinunciare subito a questo ordine di ricerche, perchè ci siamo accorti che i movimenti della candela, con la fiamma accesa, perturbavano il flusso degli ioni.

Si cercò allora di arrivare allo scopo per una via indiretta. Per ogni valore del tempo vi è, secondo la teoria, un valore della x , al quale corrisponde il potenziale massimo; un istante prima quella x appartiene ancora al ramo discendente della curva che esprime la distribuzione della concentrazione, un istante dopo appartiene invece al ramo di salita. Mentre l'istante del massimo spaziale corrisponde all'annullarsi della derivata del potenziale rispetto alla x .

Abbiamo costruito dunque una lampada con due candele, ad un metro una dall'altra. Il punto di mezzo del segmento che congiunge le due fiamme è quello in cui si determina il valore della derivata; le candele sono, naturalmente, allineate su la normale al telaio, alla solita altezza di 3 metri e mezzo dal suolo.

Da ciascuna fiamma scende un filo di rame, fino ad un commutatore ad altalena, che si fa agire a distanza, con una funicella; e il commutatore è posto in comunicazione con l'elettrometro. Si può così, alternativamente, leggere il potenziale di ciascuna fiamma.

Perchè il processo fosse più semplice, abbiamo eseguito l'esperienza in una giornata di cattivo tempo; eliminando dunque le varie *onde*, all'infuori delle prime due.

Si trovò in realtà che la *derivata*, negativa da principio, si annulla, diventa positiva, si annulla, ridiviene negativa, si annulla, e torna da ultimo ad essere positiva.

Il primo e il terzo zero (corrispondenti ai massimi della distribuzione) si presentarono, quando le fiamme erano alle ascisse 9,5 e 10,5 rispettivamente, nei tempi

$$\tau_1 = 4' 5'' \quad \text{e} \quad \tau_2 = 16' 30'' \quad (1).$$

(1) Questi numeri esprimono le medie di *tre* esperienze.

Secondo la teoria dovrebbe essere:

$$\tau = 3T^{(1)};$$

mentre, per la Tabella II, viene

$$3T_1 = 4' 3'' = 0,99 \tau_1,$$

$$3T_2 = 17' 5'' = 1,03 \tau_2;$$

la verifica è anche migliore che non si potrebbe sperare ⁽²⁾.

11) Ad ogni modo, sembra lecito concludere che dobbiamo essere appunto in presenza di un fenomeno di diffusione.

Sarebbe un fenomeno bensì molto più complesso di quello che la teoria contempla nella Nota più volte citata.

Per fissare le idee, si può supporre che in vicinanza del telaio si formino degli aggruppamenti, tutti ugualmente carichi, ma di masse diverse.

Arriverebbe prima alla fiamma l'onda delle molecole semplici, poi quella delle molecole accoppiate, e così di seguito ⁽³⁾. Il fenomeno ha probabilmente una qualche analogia con quelli osservati pochi mesi or sono da Sir J. J. Thomson, nei tubi a vuoto ⁽⁴⁾.

Chimica-fisica. — *Ricerche chimico-fisiche sui liquidi animali*. Nota VII. *Sulla reazione chimica della bile* ⁽⁵⁾. Nota del dott. G. QUAGLIARIELLO, presentata dal Corrisp. F. BOTTAZZI.

Sulla reazione chimica della bile indagata col metodo titrimetrico esistono numerose ricerche. A prescindere che i risultati di tali ricerche sono tutt'altro che concordi, esse si riferiscono alla reazione potenziale: circa la reazione attuale non esiste in letteratura che un dato del Foà ⁽⁶⁾ il quale

⁽¹⁾ Nota citata, formola (8).

⁽²⁾ E forse è così buona solo in apparenza; perchè in un giorno nuvolo T_1 e T_2 dovevano essere un po' più grandi dei valori medii.

⁽³⁾ La presenza di due gas nell'aria non dovrebbe avere altra conseguenza che di rendere i massimi meno spiccati. I pesi molecolari dell'ossigeno e dell'azoto sono infatti molto vicini.

⁽⁴⁾ Le esperienze descritte in questa Nota furono eseguite nell'autunno dell'anno passato. Non le abbiamo pubblicate subito perchè era nostro proposito di estendere e completare la ricerca; mentre le condizioni dell'Istituto di Fisica dell'Università di Genova ci permettono di lavorare solamente in tempo di vacanza. Abbiamo ripreso infatti il lavoro nei mesi scorsi; ma tutti i tentativi di studiare il movimento degli ioni in tubi di vetro o di cartone sono riusciti vani.

Il prof. M. Razeto ci aiutò con molto zelo in tutta la ricerca, e siamo lieti di esprimergli la nostra riconoscenza.

⁽⁵⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisiologia sperimentale della R. Università di Napoli.

⁽⁶⁾ C. Foà, *La reazione dei liquidi dell'organismo determinata col metodo elettrometrico*. Arch. di Fisiologia, III, 369, 1906.