

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLA VELOCITÀ DEGLI IONI DI FIAMMA.

DEL DOTT. ARCIERO BERNINI.

§ I.

Introduzione e scopo del lavoro.

1. È noto il concetto del metodo che il prof. J. J. Thomson ¹⁾ consiglia, senza fare esperienza alcuna, per la determinazione della velocità specifica degli ioni in genere.

Se χ_2 e χ_1 rappresentano i valori della forza in due punti x_2 e x_1 dell'asse x normale ai due piatti A e B, fra i quali, p. es. in MN, agisce una causa ionizzante, e se fuori di MN,

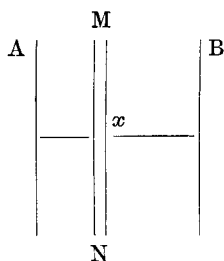


Fig. 1.

nello spazio compreso fra i due piatti, non si trovano che ioni di un solo segno, il valore della velocità specifica si ricava dalla formula

$$(a) \quad K = \frac{8 \pi i (x_2 - x_1)}{\chi_2^2 - \chi_1^2}.$$

¹⁾ J. J. Thomson, *Phylos. Magazine*.

Il Child ¹⁾ tenta di applicare il metodo agli ioni di fiamma, e trova, per una differenza di potenziale fra i piatti di 98,5 Volta e per $x_1 = 1$ e $x_2 = 6$, una velocità di 2,6 cm. per gli ioni negativi, e di 2,2 cm. per gli ioni positivi. Dichiarò però che il metodo non è soddisfacente, perchè riesce assai difficile la determinazione della forza elettrica nei diversi punti del campo, e propone una modificazione, secondo la quale il valore della velocità sarebbe dato dalla formula

$$(\beta) \quad K = \frac{32 \pi i x^3}{9 V^2},$$

dove x rappresenta la distanza del piatto, su cui si misura l'intensità di corrente i , dal piano in cui finisce il campo ionizzante (in questo caso lembo della fiamma), e V la differenza di potenziale fra il piatto e il piano origine.

Viene con ciò risparmiata la determinazione della distribuzione del potenziale tra fiamma e piatto, e quella della tangente trigonometrica alla curva dei potenziali che darebbe il valore della forza.

I risultati che con questo metodo il Child ottiene per la i sono approssimativamente d'accordo colla (ϵ), e per la K ottiene con buona approssimazione dei valori concordanti col valore riportato sopra ricavato col metodo di Thomson, e crescenti col diminuire della distanza.

Il dott. G. Gianfranceschi ²⁾ ritiene che, se il metodo del Child evita le grandi difficoltà che si incontrano per una esatta determinazione della forza, presenta una difficoltà non minore nella determinazione della distanza x fra piatto e quel piano parallelo che limita il campo in cui avviene la ionizzazione ed in cui si trovano ioni di ambo i segni.

Questo piano non è certo il piano della fiamma, ed in realtà esso non è affatto determinato, in quanto che il passaggio del campo in cui vi sono ioni di entrambi i segni e quello in cui non ve n'è che di un solo segno avviene con conti-

¹⁾ Child, *Phys. Rev.* V, XII 1901.

²⁾ Gianfranceschi, *Memorie dell' Accad. dei Lincei*, 1905.

nuità. — L'incertezza di questa determinazione, considerando che nella formula del Child la x si trova alla 3^a potenza, non può portare, sempre secondo il Gianfranceschi, variazioni minori nel valore della velocità di quelle che possono derivare per la incertezza nella determinazione della forza col metodo di Thomson. Inoltre sia la formula del Thomson che quella del Child si fondano su una integrazione estesa a tutto il campo che va dal piatto alla fiamma, come se il numero di ioni fosse indipendente da x , ma invece la distribuzione dei ioni nel campo non è omogenea, sicché è arbitrario il non tenerne conto.

Per tutto questo, ed in particolare per evitare gli errori che possano derivare dalla complicata distribuzione degli ioni nel campo, il Gianfranceschi propone una nuova modificazione al metodo di Thomson, colla quale il valore della velocità si ricava della formula

$$K = \frac{4 \pi i}{\chi \frac{d\chi}{dx}}$$

dove i valori di χ e di $\frac{d\chi}{dx}$ sono quelli che si hanno sul piatto su cui si è misurata la corrente i . — Questa formula dà non già il valore medio di velocità tra fiamma e piatto come quella del Child, nè il valore medio in uno spazio qualunque fra due piani normali al campo come quella del Thomson, bensì il valore della velocità per gradiente unitario che gli ioni hanno alla distanza a cui si trova il piatto dalla fiamma, e ciò, secondo il Gianfranceschi, indipendentemente dalla distribuzione degli ioni compresi tra fiamma e piatto, ma in funzione soltanto della densità nello strato aderente al piatto stesso.

2. Senza entrare per ora in merito all'opportunità di applicare l'uno o l'altro dei metodi descritti, espongo quanto emerge da un attento esame dei risultati ottenuti.

a) Dato il genere di misure assai delicate, le sconcordanze rilevate dal Gianfranceschi fra i suoi risultati e quelli del Child non pregiudicherebbero certo la fiducia su alcuno dei

due metodi. Se però osserviamo che, in seguito ad un errore di calcolo sfuggito al Gianfranceschi nella riduzione della sua formula dalle unità elettrostatiche alle pratiche, i risultati di questi, per essere conformi ai dati di esperienza, devono venire tutti moltiplicati pel fattore 3, le sconcordanze cominciano a diventare un po' troppo sensibili.

b) Dalle considerazioni che fa il Child riguardo ai suoi risultati per l'intervallo da 1 a 6 cm. dalla fiamma, appare giustificato che i valori di K (la quale per definizione dovrebbe essere indipendente non solo da V ma anche dalla distanza x), decrescano alquanto col crescere di x , poichè col crescere di questa, e conseguentemente del tempo che gli ioni impiegano per giungere sul piatto collettore, la loro massa s'ingrandisce, con che viene diminuita la loro velocità effettiva. Se però osserviamo la variazione che K subisce per x dai 6 agli 8 cm., notiamo che essa è di tutt'altro ordine di grandezza, nè il Child sa giustificarla se non coll'ammettere cause d'errore nella determinazione stessa. La ora accennata spiegazione potrebbe anche valere a giustificare le variazioni di K col campo, ma dai dati che egli espone nella tabella IX del suo lavoro si rileva a questo riguardo una grande sconcordanza. Per la distanza di 6 cm. pare che sia la velocità degli ioni negativi che cresca col crescere del campo, mentre per la distanza di 4 cm. pare che sia la K positiva.

c) Se applichiamo la formula del Child ai dati di esperienza del Gianfranceschi relativi ai campi diversi (50 e 150 Volta) si ricavano per K valori che stanno fra loro come 1 sta a 30 ⁴⁾. Ora pur ammettendo in seguito alle considerazioni del

⁴⁾ Dalle tabelle IV e V del lavoro di Gianfranceschi, relative l'una al campo di 50 e l'altra di 150 Volta, si trova che per la medesima distanza di 10 cm. tra fiamma e piatto collettore i valori per la i negativa sono rispettivamente $0,129 \cdot 10^{-12}$ e $32,65 \cdot 10^{-12}$. Applicando la formula del Child si ha nel primo caso

$$\bar{K} = \frac{32 \pi \cdot 0,129 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{11} \cdot 10^3}{50^2} = 0,51.$$

e nel secondo caso

$$\bar{K} = \frac{32 \pi \cdot 32,65 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{11} \cdot 10^3}{150^2} = 14,5.$$

Child che la K debba crescere col campo, un aumento di questo genere appare addirittura inverosimile.

Ma v'è ancora di più.

d) Per le distanze dalla fiamma inferiori agli 8 cm., vale a dire precisamente in quell'intervallo in cui, come dicemmo, il Child ha eseguite le sue determinazioni pel calcolo della K , si riscontrano, secondo il Gianfranceschi, nella determinazione dell'intensità di corrente i e della distribuzione del potenziale V dei fenomeni molto singolari, di cui parleremo in seguito, in conseguenza dei quali non può estendere l'applicazione del suo metodo che per le distanze maggiori degli 8 cm.

Ora, per quanto abbiamo veduto nella descrizione dei tre metodi, le condizioni per la loro applicazione sono precisamente le medesime. Per l'esistenza di queste anomalie nell'intervallo dalla fiamma fino a circa 8 cm. da essa, deriverebbe dunque che anche il metodo di Child non sarebbe applicabile che per distanze maggiori, e quindi le misure del Child non dovrebbero essere attendibili.

Per questo complesso di cose, a cui a mio modo di vedere va aggiunto anche la considerazione che il tentativo di spiegazione che il Gianfranceschi espone per le anomalie riscontrate, come vedremo, non è esente da critica, si comprende quanto le nostre cognizioni sopra un argomento così importante restino scarse o dubbie.

Onde poter trarre qualche utile conclusione, io ho creduto opportuno intraprendere delle ricerche, anzitutto per farmi meglio un'idea della entità delle anomalie ricordate, e per cercarne nel caso una spiegazione più soddisfacente; indi applicare, per quanto è possibile, alle tre formule del Thomson, del Child e del Gianfranceschi, gli stessi dati di esperienza ottenuti colla medesima disposizione sperimentale, per confrontarne fra loro i valori che così si ricavano per la K .

Scopo della presente Memoria è quello di esporre i risultati delle mie esperienze e le conseguenze che ne ho tratte.

§ II.

Misure dell'intensità di corrente.

1. Colla disposizione che appare dalla fig. 2, dove A e B sono due piatti paralleli, l'uno di 20 cm. di diametro carico a 150 Volta, in comunicazione con una fiamma a gas F larga

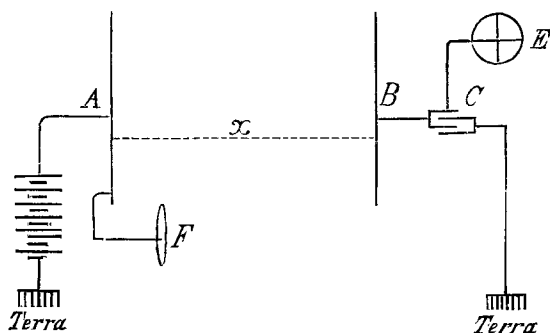


Fig. 3.

22 cm. ed a piccolo spessore, collocata un po' al disotto dei dischi in un piano distante 4 cm. da A, l'altro di 10 cm. di diametro circondato da un anello di guardia, ed in comunicazione coll'ago d'un elettrometro E e coll'armatura interna di un condensatore C, il dott. Gianfranceschi, studiando le variazioni che subisce la corrente di ioni che arriva su B col variare della distanza fra i due piatti, trova che quando i piatti sono lontani più di 12 cm. la corrente negativa supera la positiva, ma avvicinando i piatti, e precisamente fra i 12 e gli 11 cm. di distanza, la corrente positiva viene a superare la negativa per acquistare un valore quasi doppio alla distanza di 10 cm. Trova inoltre che la corrente negativa per la distanza fra i piatti di 11 cm. acquista un massimo per scendere poi rapidamente per distanze minori. Ciò egli rende a colpo d'occhio manifesto col diagramma della fig. 6 del suo citato lavoro, qui riportato nella fig. 3 (II).

A spiegare il massimo di corrente negativa il Gianfranceschi pensa che nell'intervallo compreso fra la fiamma ed il piano verticale, nel quale avviene l'eguaglianza delle intensità di corrente (e che sarebbe nel suo caso ad 11 cm. e mezzo da A), esistano ioni di entrambi i segni, e di preferenza rimangano in quel campo gli ioni positivi più lenti degli altri. Ciò poi sarebbe, secondo lui, anche la causa della superiorità della corrente positiva sulla negativa in quel campo, sicchè quest'ultima non diviene maggiore della prima se non quando lo spazio è libero di ioni positivi.

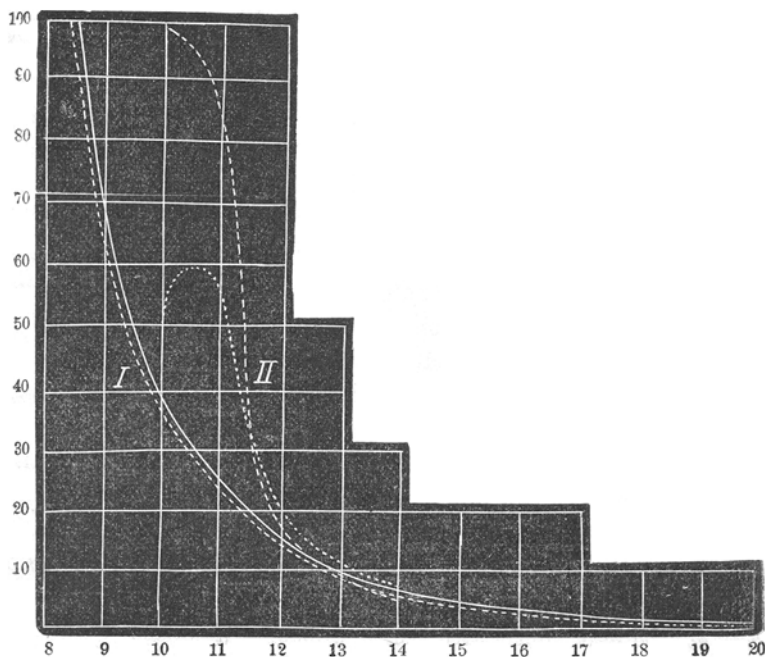


Fig. 3.

A mio modo di vedere questa ipotesi non si presta a sufficienza per spiegare le anomalie descritte; d'altra parte poi non mi pare troppo lecito l'ammettere che fino alla distanza di 11 cm. e mezzo da A, ossia a 7 cm. e mezzo dalla fiamma, possano trovarsi degli ioni dello stesso segno di A; e tanto

meno poi pensando che la fiamma, per essere in comunicazione con A epperiò carica dello stesso segno di A, deve avere indubbiamente tendenza essa stessa ad assorbire gli ioni di segno contrario.

Ho creduto che si potesse decidere in merito alla validità dell'ipotesi dal Gianfranceschi osservando come collo sperimentare con campi di intensità diversa avrebbe di conseguenza variato l'intervallo entro cui si verificano le anomalie nell'intensità di corrente. Secondo quella ipotesi, questo intervallo, che nel caso descritto dal Gianfranceschi, e cioè per un campo di 150 Volta, si estendeva fino a 7 cm. e mezzo dalla fiamma, avrebbe dovuto modificarsi con l'intensità del campo, e precisamente restringersi coll'aumentare di quello e viceversa. Il dott. Gianfranceschi, che ha pure operato con campi di diversa intensità, non parla di avere notato queste modificazioni, che la sua ipotesi lasciava prevedere.

2. Nelle esperienze intraprese a questo scopo, non mi fu possibile operare su di una fiamma delle identiche dimensioni di quella usata dal Gianfranceschi. Data la debole pressione del gas nel mio laboratorio non potevo ottenerla altro che larga 15 cm. La collocavo a 4 cm. da A parallelamente ai piatti ed alquanto al disotto, in modo da non entrare fra i medesimi con la parte luminosa, ed in comunicazione con A mediante un filo metallico.

Conseguentemente, onde avvicinarsi il più possibile alle condizioni di esperienza in cui si era posto il Gianfranceschi, dovetti ridurre anche in proporzione il diametro dei piatti; ma tutto ciò non poteva portare alcun pregiudizio, e nemmeno l'aver sostituito all'elettrometro un sensibilissimo elettroscopio, con cui potevo apprezzare senza difficoltà il mezzo Volta.

Per sperimentare, caricato A (vedi fig. 2) ad un certo potenziale, mettendolo in comunicazione con un estremo di una pila di cui l'altro estremo era al suolo, e collegato B al sistema costituito dall'elettroscopio e dal condensatore, tenevo B per un certo tempo al suolo insieme coll'anello di guardia, indi lo isolavo, seguendo con un cronometro il salire della foglia. Dividendo l'aumento di potenziale che subiva B in un secondo per la sua superficie di cm.², e moltiplicando il prodotto

per la capacità del sistema si aveva l'intensità di corrente che giungeva su B a quella data distanza.

Nelle mie esperienze preliminari constatai della incostanza nei risultati, e ciò per due cause di errore:

L'una, la penetrazione di carica nel dielettrico della bottiglia di Leyda in comunicazione con B e coll'elettroscopio, in causa della quale i valori del potenziale a cui giungeva B dopo un certo tempo diventavano crescenti col diminuire dell'intervallo fra esperienza ed esperienza.

L'altra, il fatto che una gran quantità di quegli ioni, che per la corrente ascendente provocata dalla fiamma non riusciva a cadere nè su B nè sull'anello di guardia, girava dietro all'anello stesso, e quivi quegli ioni, a seconda del loro numero ed in modo diverso fra esperienza ed esperienza, producevano quel fenomeno che già ebbi occasione di mostrare in un mio recente lavoro ¹⁾, cioè agivano con le loro cariche per influenza sul sistema. Che queste fossero effettivamente le cause perturbatrici, lo provò il fatto che col sostituire al primitivo anello di guardia un altro anello di diametro circa il triplo, ed alla bottiglia di Leyda un condensatore ad aria, i risultati riuscirono concordanti in modo soddisfacente.

Le prime esperienze che eseguii con A carico a 61 Volta mi mostrarono come per tutto l'intervallo da 20 a 9 cm. fra i piatti, valori del potenziale a cui giungeva B dopo due secondi e mezzo erano per A negativo sempre maggiori che non quando A era positivo, e per di più sempre crescenti.

Dedotte da questi valori le velocità di carica B, ossia gli aumenti del potenziale in 1" alle diverse distanze, e moltiplicati pel quoziente $\frac{6,22 \cdot 10^{-12}}{38,46}$ della capacità in Fanday del sistema per la superficie di B in cm.², ho ottenuto i valori dell'intensità di corrente che riporto nella seguente

¹⁾ A. Bernini, « Fenomeni d'influenza prodotti dai ioni emessi da una fiamma posta in un campo elettrico. » *Nuovo Cimento*, serie 5^a, vol. VII, maggio 1909.

TABELLA I.

Distanza fra i piatti in cm.	Intensità della corrente in Ampère	
	Fiamma negativa	Fiamma positiva
20	$1,54 \cdot 10^{13}$	$1,40 \cdot 10^{-13}$
19	2,08 »	1,95 »
18	2,58 »	2,41 »
17	3,42 »	3,35 »
16	4,34 »	4,10 »
15	5,88 »	5,72 »
14	7,46 »	7,37 »
13	10,50 »	10,00 »
12	15,34 »	14,41 »
11	26,18 »	25,02 »
10	38,07 »	36,34 »
9	68,60 »	65,21 »

Per le distanze fra i piatti inferiori ai 13 cm., cioè all'incirca in quell'intervallo in cui avrebbero dovuto verificarsi le anomalie nell'intensità della corrente, la foglia del mio elettroscopio saliva un po' rapidamente, sicchè, specialmente alle minime distanze, la determinazione veniva resa un po' difficile. Trovai opportuno perciò controllare i valori ottenuti per quelle distanze, ad all'uopo aumentai la capacità del sistema aggiungendo un altro condensatore ad aria munito di vite micrometrica, con cui potevo accostare i dischi mano a mano che si diminuiva la distanza tra A e B.

Riuscii così ad ottenere che la foglia avesse all'incirca la stessa velocità di salita anche per le distanze 8, 7 e 6 cm. fra i piatti, ossia fino alla distanza di 2 cm. dalla fiamma.

Tenendo conto delle variazioni di capacità che in tal modo si apportavano al sistema, ho calcolato la intensità di corrente, ottenendo i risultati della seguente

TABELLA II.

Distanza fra i piatti in cm.	Intensità di corrente in Ampère	
	Fiamma negativa	Fiamma positiva
12	$16,20 \cdot 10^{-13}$	—
11	25,20 »	—
10	37,10 »	$35,90 \cdot 10^{-13}$
8	69,80 »	65,60 »
9	137,20 »	134,88 »
7	358,40 »	350,12 »
6	1269,70 »	1209,30 »

di cui quelli relativi alle distanze 12, 11, 10 e 9 concordano molto bene coi corrispondenti della tabella precedente.

Dall'esame di questi dati e dalle curve I del diagramma (fig. 3) costruite con valori proporzionali a queste correnti per confronto colle curve II di Gianfranceschi non risulterebbero, per un campo di 61 Volta, confermate le anomalie da questi descritte. L'intensità di corrente negativa risultò sempre maggiore della positiva, senza raggiungere mai nessun massimo.

3. Nè diversamente ebbi a constatare con campi di intensità diversa. Infatti, con A carico una volta a 31 un'altra a 121 Volta, ottenni per la i i valori che raccolgo nella seguente

TABELLA III.

Distanza fra i piatti in cm.	Intensità di corrente per campo di 31 V.		Intensità di corrente per campo di 121 V.	
	Fiamma negativa	Fiamma positiva	Fiamma negativa	Fiamma positiva
20	$0,327 \cdot 10^{-13}$	$0,269 \cdot 10^{-13}$	$6,80 \cdot 10^{-13}$	$5,20 \cdot 10^{-13}$
19	0,451 »	0,400 »	—	—
18	0,546 »	0,507 »	11,81 »	10,27 »
17	0,712 »	0,699 »	—	—
16	1,00 »	0,964 »	19,28 »	17,90 »
15	1,41 »	1,36 »	—	—
14	1,82 »	1,75 »	34,75 »	31,13 »
13	2,51 »	2,42 »	—	—
12	3,43 »	3,39 »	67,31 »	103,60 »
11	5,50 »	5,41 »	—	—
10	8,32 »	8,12 »	174,08 »	160,20 »
9	15,37 »	15,00 »	319,00 »	305,00 »
8	32,88 »	31,00 »	606,22 »	591,00 »
7	82,21 »	77,30 »	1408,30 »	1412,20 »
6	295,50 »	261,00 »	5124,35 »	4923,00 »

e le curve che con essi si potrebbero costruire mostrerebbero un andamento perfettamente analogo alle curve I.

4. Volendo pur trovare quelle condizioni di esperienza che mi dessero modo di accertare alcuna delle anomalie riscontrate dal Gianfranceschi, pensai di modificare la mia disposizione sperimentale sia abbassando di più la fiamma rispetto ai dischi od innalzandola in modo da portarla colla parte luminosa all'altezza di quelli, sia variandone le dimensioni, sia togliendo la comunicazione fra esso ed il disco A, o mettendola al suolo.

Per brevità non sto a riportare i risultati delle esperienze che eseguii colla massima cura in tutte queste diverse condi-

zioni. Dico soltanto che in nessuno caso mi fu dato accertare andamenti per l'intensità di corrente diversi da quello sopra descritto.

Potei invece dai miei risultati dedurre:

a) Che a parità di altre condizioni i valori della i sia positiva che negativa diventano più piccoli coll'aumentare della superficie dei dischi rispetto alla fiamma.

b) Che per fiamma più larga di B l'intensità di corrente è maggiore se la fiamma è tutta appena sotto al livello dei dischi, di quello che non sia quando la parte luminosa si trova fra questi compresa, ed il contrario invece accade per fiamma meno larga di B.

c) Che i valori minimi per l'intensità di corrente a parità di campo e distanza fra i piatti si hanno colla fiamma isolata e scarica, e più specialmente quando questa si trova sotto i dischi.

Credo ovvie le spiegazioni di questi risultati.

§ III.

Misure per la determinazione della distribuzione del potenziale.

Per la determinazione del potenziale fra i piatti feci uso, come già il Child ed il Gianfranceschi, del getto d'acqua, il quale, com'è noto, assume il potenziale del campo nel punto in cui comincia a separarsi in goccioline.

Le esplorazioni fatte generalmente ad ogni centimetro sull'asse dei due piatti mettendo l'acqua in comunicazione con un elettrometro, per quanto eseguite colla massima cura mi davano risultati le cui differenze fra una serie di esperienze e l'altra raggiungeva comunemente il 4 o il 5 per cento, ed in alcuni casi saliva fino al 7 %, ciò che non è però da meravigliare dato il genere di misure. Siccome dal confronto fra i risultati ottenuti cambiando il segno del potenziale della fiamma e di A le differenze erano dello stesso ordine di grandezza, ed ora in eccesso ora in difetto, così ho creduto oppor-

tuno prendere le medie complessive dei risultati per ciascuna distanza dei piatti, e servirmi di queste per la costruzione delle curve dei potenziali.

Nelle tabelle che seguono raccolgo solamente i dati per quelle distanze per le quali riporto infine i valori delle velocità ricavati coi 3 metodi.

TABELLA IV.

Pot. A = 61 Volta

Distanze dal piatto A	Distanze fra i piatti in cm.				
	20	16	12	10	8
cm. 3	61	61	61	61	61
» 4 fiamma	61	61	61	61	61
» 4,5	61	61	60	59,6	59
» 5	61	60,5	58	56,8	53,8
» 6	59	57	54,2	49	39,5
» 7	57	53,2	47,2	39	23
» 8	54,2	49	40,8	27	0
» 9	51,2	44,5	32	15	—
» 10	48,2	39,5	23	0	—
» 11	45	33,8	12,8	—	—
» 12	41	27,5	0	—	—
» 13	37	20,2	—	—	—
» 14	32,5	14,8	—	—	—
» 15	28,5	7	—	—	—
» 16	24	0	—	—	—
» 17	19,2	—	—	—	—
» 18	13,5	—	—	—	—
» 19	7,5	—	—	—	—
» 20	0	—	—	—	—

TABELLA V.

Distanze dal piatto A in cm.	Distanze fra i piatti in cm.					
	Pot. A = 31 Volta			Pot. A = 121 Volta		
	20	12	8	20	12	8
3	31	31	31	121	121	121
4 fiamma	31	31	31	121	121	121
4,5	31	30,7	29,5	121	119	118
5	31	30,2	27	121	116	106
6	30,5	27,5	19,5	116	105	78
7	30	25	11,3	—	—	44
8	29	21	0	105	80	0
9	28,2	16,5	—	—	61,5	—
10	26,9	10	—	55,3	45	—
11	25	7	—	—	24,2	—
12	23	0	—	40,5	0	—
13	21	—	—	—	—	—
14	19	—	—	60	—	—
15	16,5	—	—	56,5	—	—
16	14	—	—	46	—	—
17	11	—	—	36,5	—	—
18	8	—	—	25	—	—
19	4,5	—	—	14	—	—
20	0	—	—	0	—	—

Del resto pure il Child non trova differenze sensibili fra le curve ottenute con fiamma carica positivamente e quelle ottenute con fiamma negativa.

Invece il Gianfranceschi, nello spazio molto vicino alla fiamma, e soltanto quando questa è carica negativamente,

trova che il potenziale è sempre alquanto maggiore del potenziale della fiamma.

Secondo lo stesso, questo fatto troverebbe la sua giustificazione nell'altro, che sulla fiamma la forza elettrica è nulla, quindi ad un punto di zero per la curva delle forze deve corrispondere un massimo per quella dei potenziali.

Senonchè l'essere sulla fiamma nulla la forza elettrica non giustifica affatto un massimo che sia superiore al potenziale della fiamma e di A; nè si comprende che ciò debba accadere solo quando la fiamma è carica negativamente.

Dai miei risultati appare che il potenziale del piatto A e della fiamma ad esso collegata non viene mai superato; però si conserva costante anche per qualche millimetro verso B, specialmente quando questo è lontano.

Di ciò verrà tenuto conto nell'applicazione della formula del Child.

§ IV.

Determinazione dei valori di $\frac{dV}{dx}$ e di $\frac{d^2V}{dx^2}$.

Per determinare i valori della forza nell'intervallo tra fiamma ed il piatto B ho costruito le curve dei potenziali mediante i dati delle tabelle IV e V, indi ho ricavato col calcolo grafico le curve derivate prima di quelle.

Perchè le determinazioni riescissero il meglio possibile esatte, nel diagramma delle curve dei potenziali ogni centimetro delle ascisse rappresentava 0,5 cm. di distanza fra i piatti, ed ogni centimetro lungo l'asse delle ordinate rappresentavano due Volta. I valori della forza così ricavati sono poi stati, perciò, moltiplicati per quattro.

Nella seguente tabella riporto i valori di $\frac{dV}{dx}$ relativi al campo di 61 Volta coi quali sono state costruite le curve che ho riportate nel diagramma della fig. 5 ridotte ad $\frac{1}{4}$, come quelle dei potenziali (fig. 4).

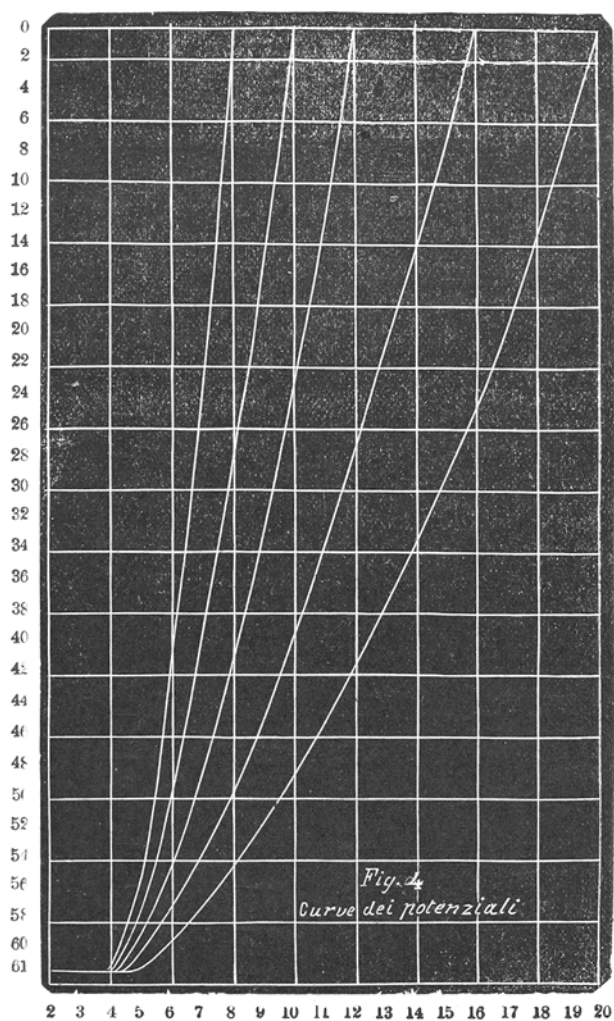
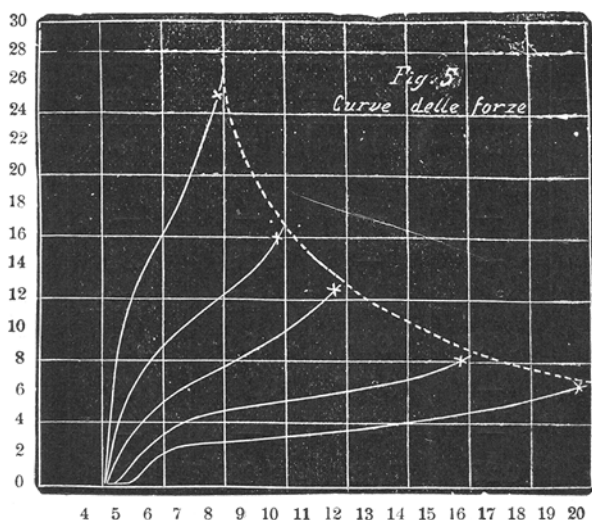


TABELLA VI.

Pot. di A = 61 Volta

Distanze dal piatto A in cm.	Distanze fra i piatti in cm.				
	20	16	12	10	8
4	—	—	—	—	—
4,5	—	—	—	4,48	7,52
5	—	2,40	4,76	6,52	12,68
6	2,2	3,48	5,48	9,20	15,92
7	2,46	3,88	6,40	10,68	20,56
7,5	—	—	—	—	23,24
8	2,78	4,44	7,68	12,28	26,02
9	3,06	4,84	8,86	13,48	—
9,5	—	—	—	15,60	—
10	3,24	5,48	10,00	16,4	—
11	3,72	6,04	11,70	—	—
11,5	—	—	12,42	—	—
12	4,02	6,12	13,50	—	—
13	4,36	6,64	—	—	—
14	4,44	6,92	—	—	—
15	4,49	7,62	—	—	—
15,5	—	7,99	—	—	—
16	5,00	8,36	—	—	—
17	5,28	—	—	—	—
18	5,66	—	—	—	—
19	6,40	—	—	—	—
19,5	6,61	—	—	—	—
20	6,82	—	—	—	—



2. Per ricavare le derivate delle forze, che rappresentano valori proporzionali alle densità degli ioni per ogni piano di livello, ho costruito sulla stessa scala delle curve dei potenziali e coi valori della tabella VI e di quelle relative ai campi di 31 e 121 Volta, che qui non ho per brevità riportato, le curve delle forze; ed ho operato su queste come avevo operato sulle curve dei potenziali. Nella seguente tabella riporto i valori delle densità relative al campo di 61 Volta, coi quali sono state costruite le curve della fig. 6.

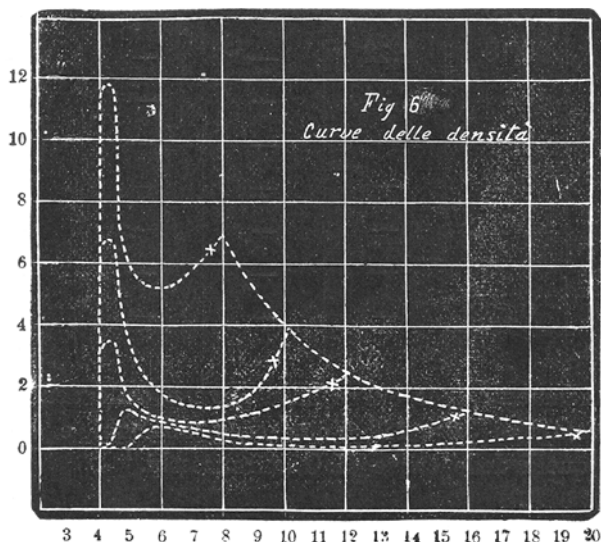


TABELLA. VII.

Distanze dal piatto A in cm.	Distanze fra i piatti in cm.				
	20	16	12	10	8
4	—	—	—	—	—
4,5	—	—	3,18	6,84	11,60
5	—	1,376	1,52	3,236	5,84
6	0,70	0,85	1,00	1,82	5,28
7	—	0,512	0,99	1,48	5,88
7,5	—	—	—	—	6,36
8	0,27	0,42	1,068	1,38	7,00
9	0,20	0,39	1,184	1,80	—
9,5	—	—	—	2,96	—
10	0,10	0,388	1,376	3,90	—
11	0,08	—	1,696	—	—
11,5	—	—	2,036	—	—
12	0,06	0,322	2,40	—	—
13	0,07	0,342	—	—	—
14	0,10	0,596	—	—	—
15	0,13	0,96	—	—	—
15,5	0,18	1,12	—	—	—
16	0,20	2,248	—	—	—
17	0,35	—	—	—	—
18	0,42	—	—	—	—
19	0,502	—	—	—	—
19,5	0,541	—	—	—	—
20	0,562	—	—	—	—

Gli andamenti delle curve delle forze e delle densità relative ai campi di 31 e 121 Volta sono analoghi e concordanti con quelli delle curve di Gianfranceschi.

§ V.

Applicazione dei dati di esperienza alle tre formule relative ai tre metodi.

1. Come furono espresse da principio le tre formule si riferivano ad unità elettrostatiche. I nostri dati invece sono espressi in unità pratiche; sicchè è necessario ridurre le tre formule in unità pratiche.

Dalla formula del Thomson :

$$K = \frac{8 \pi i (x_2 - x_1)}{\chi_2^2 - \chi_1^2},$$

si ottiene

$$300 K = \frac{8 \pi i \cdot 3 \cdot 10^9 \cdot (x_2 - x_1)}{\left(\frac{1}{300}\right)^2 \cdot (\chi_2^2 - \chi_1^2)},$$

da cui :

$$(1) \quad K = \frac{72 \pi i \cdot 10^{11} (x_2 - x_1)}{\chi_2^2 - \chi_1^2}.$$

Dalla formula del Child :

$$K = \frac{32 \pi i x^3}{V_x^2},$$

si ricava :

$$(2) \quad K = \frac{32 \pi i \cdot 10^{11} x^3}{V_x^2}.$$

Dalla formula di Gianfranceschi :

$$K = \frac{4 \pi i}{\chi \frac{d\chi}{dx}},$$

si ottiene :

$$300 K = \frac{4 \pi i \cdot 3 \cdot 10^9}{\left(\frac{1}{300}\right)^2 \cdot \chi \frac{d\chi}{dx}},$$

e quindi

$$(3) \quad K = \frac{12 \pi i \cdot 10^{11} \cdot 3}{\chi \frac{d\chi}{dx}},$$

e non soltanto

$$K = \frac{12 \pi i \cdot 10^{11}}{\chi \frac{d\chi}{dx}},$$

come ricavò erroneamente il Gianfranceschi.

Di tutta la serie dei risultati ottenuti per la velocità colla formula del Thomson ho riportato qui per brevità solamente quelli corrispondenti agli intervalli $(x_2 - x_1)$ che più mi interessavano, e cioè quelli corrispondenti al massimo intervallo, onde confrontarli con quelli ricavati dalle formule del Child, e quelli corrispondenti all'intervallo dell'ultimo centimetro per confrontarli con quelli ricavati colle formule di Gianfranceschi; inoltre qualche valore per gli intervalli intermedi per giudicare dell'andamento.

Nel calcolo di K colla formula del Child, in cui ha grande influenza il valore della distanza x che vi entra alla 3^a potenza, basandomi sui risultati ottenuti nella valutazione del potenziale, ho tenuto conto di quei tratti verso il piatto B lungo i quali si conservava inalterato il potenziale della fiamma, ed ho misurate le distanze x a cominciare da quei punti il cui potenziale accennava a decrescere. Questi tratti, a parità di distanza fra A e B, subivano delle leggere variazioni a seconda della intensità del campo; ma io ho creduto di non commettere errore sensibile coll'apportare le medesime correzioni nei 3 casi da me studiati. Le distanze fra i piatti, diminuite dei 4 cm. che vanno da A alla fiamma, furono per ciò così ridotte:

Distanze fra i piatti con

fiamma a 4 cm. da A	20	18	16	14	12	10	8	6
Valori di x applicati	15	13	11,2	9,6	7,8	6	4	2

Nel calcolo di K colla formula di Gianfranceschi per χ e $\frac{d\chi}{dx}$ ho introdotto le medie dei valori corrispondenti all'ul-

timo centimetro, o meglio quelli corrispondenti alla distanza di $\frac{1}{2}$ cm. da B e che appaiono segnati con croce nelle figure. Ciò consiglia il Gianfranceschi stesso, poichè è evidente che sull'intensità di corrente influiscono maggiormente questi valori che non quelli che la forza e la densità acquistano proprio sul piatto.

2. Per mostrare come ho dedotto i valori per le velocità riportate nelle tabelle che seguono, dò qui un esempio, riferendomi ai dati relativi al campo di 61 Volta e per la distanza di 20 centimetri fra i piatti.

Applicando la formula del Thomson per l'intervallo da 20 e 19 cm., poichè il valore della i negativa (vedi tabella I) è $1,54 \cdot 10^{-13}$ Ampère, ed i valori della forza a 20 ed a 19 cm. sono rispettivamente (vedi tabella VI) 6,82 e 6,40, si ha per la K negativa

$$\bar{K} = \frac{72 \pi \cdot 1,54 \cdot 10^{-13} \cdot 10^{11} \cdot (20 - 19)}{(6,82)^2 - (6,40)^2} = 0,52 .$$

La velocità per l'intervallo (20-6) invece diventa

$$\bar{K} = \frac{72 \pi \cdot 1,54 \cdot 10^{-13} \cdot 10^{11} (20-6)}{(6,82)^2 - (2,2)^2} = 1,11 .$$

Quest'ultimo valore è evidentemente quello più adatto pel confronto col risultato che si ricava applicando la formula del Child

$$\bar{K} = \frac{32 \pi \cdot 1,54 \cdot 10^{-13} \cdot 10^{11} \cdot 15^3}{61^2} = 1,38 .$$

Il primo invece più adatto pel confronto della K ricavata col metodo di Gianfranceschi. Con questo poichè dalle tabelle VI e VII si ha che i valori per χ e $\frac{d\chi}{dx}$ a 19,5 cm. sono rispettivamente 6,61 e 0,541 si ha che

$$\bar{K} = \frac{12 \pi \cdot 1,54 \cdot 10^{-13} \cdot 10^{11} \cdot 3}{6,61 \cdot 0,541} = 0,48 .$$

Le tabelle che seguono comprendono tutti i risultati che si ricavano coi dati di esperienza riportati nella presente Me-

moria. Le abbreviazioni T. C. G. stanno ad indicare i valori di K ottenuti rispettivamente colle tre formule del Thomson, del Child e del Gianfranceschi, ed i valori sotto C e G si riferiscono alle distanze indicate sotto x_2 .

La VIII si riferisce alla velocità degli ioni negativi. La IX alla velocità degli ioni positivi.

 \overline{K}

TABELLA VIII.

		Pot. di A=61 Volta			Pot. di A=31 Volta			Pot. di A=121 Volta		
x_1	x_2	T	C	G	T	C	G	T	C	G
20	19	0,518	—	—	0,508	—	—	0,673	—	—
	16	0,622	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	0,92	1,38	0,48	—	1,17	0,42	1,06	1,61	0,53
	10	0,92	—	—	0,87	—	—	—	—	—
	6	1,11	—	—	1,09	—	—	1,41	—	—
16	15	0,79	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	1,46	1,63	0,582	—	—	—	—	—	—
	5	1,60	—	—	—	—	—	—	—	—
12	11	0,87	—	—	0,81	—	—	0,91	—	—
	8	1,10	1,84	0,65	1,06	1,69	0,72	1,37	2,25	0,80
	5	1,47	—	—	1,56	—	—	1,99	—	—
10	9	0,9	2,25	0,908	—	—	—	—	—	—
	6	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—
8	7	1,26	2,38	1,07	0,902	2,18	0,97	1,28	2,65	1,16
	5	1,81	—	—	1,36	—	—	1,85	—	—

\bar{K}

TABELLA IX.

		Pot. di A=61 Volta			Pot. di A=31 Volta			Pot. di A=121 Volta		
x_2	x_1	T	C	G	T	C	G	T	C	G
20	19	0,44	—	—	0,433	—	—	0,59	—	—
	16	0,58	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	1,26	0,43	—	1,03	0,40	0,91	1,18	0,46
	10	0,83	—	—	0,80	—	—	—	—	—
	6	1,01	—	—	0,96	—	—	1,28	—	—
16	15	0,74	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	1,33	1,54	0,55	—	—	—	—	—	—
	5	1,50	—	—	—	—	—	—	—	—
12	11	1,85	—	—	0,76	—	—	0,86	—	—
	8	1,08	1,80	0,60	0,98	1,66	0,69	1,28	1,99	0,73
	5	1,44	—	—	1,50	—	—	1,82	—	—
10	9	0,85	2,10	0,90	—	—	—	—	—	—
	6	1,63			—	—	—	—	—	—
8	7	1,24	2,30	1,01	0,88	2,06	0,90	1,11	2,58	1,10
	5	1,81			1,28			1,61		

§ VI.

Considerazioni sui risultati e sui metodi.

1. Dai dati riferentisi alle misure di i e di V , si deduce come le anomalie riscontrate dal Gianfranceschi non pare sussistano, e che nel suo caso molto probabilmente potevano es-

sere provocate da qualche causa di errore nella disposizione sperimentale; cause di errore che però nemmeno i miei tentativi descritti hanno potuto suggerire.

I risultati del Child quindi non possono essere sospetti di inesattezza derivante da quelle. Inoltre il metodo di Gianfranceschi può essere esteso anche alle piccole distanze.

2. L'accordo invero sorprendente che si rileva nei risultati per la K , tenuto conto del significato un po' diverso che questa assume nei tre metodi, sta a dire che quando le esperienze siano condotte colla cura dovuta, le cause di errore e le difficoltà inerenti a ciascun metodo arrecano un pregiudizio molto relativo, e che quindi tutti e tre si prestano egregiamente per la determinazione di K .

Per riconoscere però un tale accordo è necessario confrontare i risultati C e G rispettivamente con quelli T per $(x_2 - x_1)$ massimo e minimo. I valori relativi ai due metodi C e G si devono anzi considerare come i valori limiti a cui si può giungere applicando il metodo di Thomson per $(x_2 - x_1)$ variabile.

3. Poichè dai 20 ai 6 cm. circa dalla fiamma la variazione della temperatura non superava i 30 gradi, questa non poteva avere influenza sensibile sui risultati ottenuti col metodo di Gianfranceschi e tanto meno con quelli ricavati col metodo del Thomson. Altrettanto però non è lecito asserire riguardo ai valori ottenuti coll'altro metodo, secondo il quale le x_2 delle tabelle VIII e IX comprendono tutto il tratto che va dai 6 cm. dalla fiamma fino alla fiamma stessa, nel quale la temperatura media è assai elevata. Si deve anzi ritenere che gli elevati valori di K ricavati con questo metodo, e specialmente quelli relativi ai valori piccoli di x_2 oltre che alla ragione suesposta debbansi, in parte, anche ai diversi valori della temperatura.

4. Riportando su di un sistema di assi coordinati, in cui le ascisse rappresentino le distanze dalla fiamma, i risultati C e G esposti nelle tabelle VIII e IX, assieme a quelli che per brevità non ho riportato, si rileva come l'andamento con cui la K cresce col diminuire delle distanze, abbia un andamento un po' diverso a seconda del metodo.

L'andamento di K sia positiva che negativa relativo al metodo del Child, sarebbe rappresentabile ancorchè grossolanamente mediante tre linee rette $A'B'C'$ (fig. 7) all'incirca parallele fra loro, e ciascuna relativa a un diverso valore del campo; mentre l'andamento di K relativo al metodo di Gianfranceschi sarebbe rappresentabile piuttosto con tre curve ABC , le quali mostrano le concavità in alto.

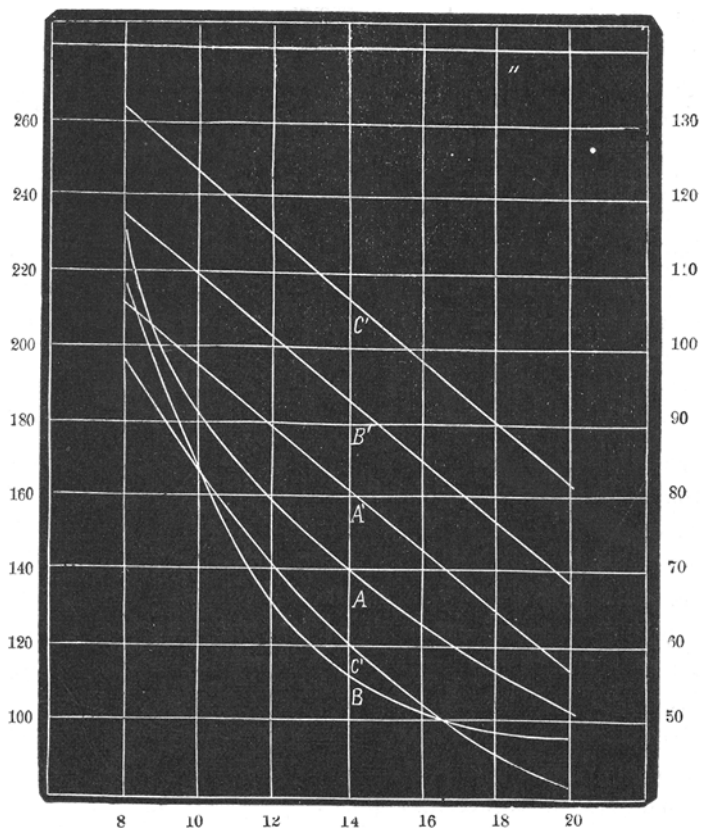


Fig. 7.

Più degno di nota però appare il fatto che, mentre le ABC sono ben distinte e piuttosto distanti fra loro, le $A'B'C'$ sono molto più addossate l'una all'altra.

Questo starebbe a significare che, mentre col metodo di Child il campo ha una certa influenza sulla K , come in certi

casi e senza rendersene ragione constatò anche il Child stesso, col metodo di Gianfranceschi il campo ha una influenza assai più lieve.

Se ci può essere lecito spiegare questa lieve influenza nel metodo di Gianfranceschi colla stessa ragione che si era addotta per giustificare le variazioni di K colla distanza (vale a dire col fatto che quanto più è lungo il tempo durante il quale gli ioni rimangono sospesi nell'aria, tanto minore per il loro aumento di massa ne diventa la velocità effettiva) ciò non apparirebbe sufficiente, per giustificare le variazioni maggiori della K col metodo del Child, per le quali diventerebbe come necessaria l'ipotesi di un'altra causa di errore.

Mi riserbo di trattenermi sopra tale questione quando avrò occasione di riferire su altre esperienze che ho in corso a proposito della emissione di ioni per parte delle fiamme.

Aggiungo invece che, oltre alla causa sopra accennata circa l'aumento di K col campo, un'altra se ne deve notare per quanto la sua importanza possa essere lieve, la quale riguarda tutti e tre i metodi.

Essa è dovuta alle variazioni nella differenza del potenziale che nascono tra fiamma e piatto collettore nel periodo di tempo necessario, perchè il collettore assuma quel potenziale, da cui si deduce la misura della intensità di corrente. Queste diminuzioni nella differenza del potenziale, che sono le medesime per ogni campo, hanno indubbiamente una influenza maggiore sui campi deboli che non sui campi più intensi: e tale influenza agisce evidentemente sulla velocità effettiva degli ioni proprio in conformità alle accennate variazioni di K . Vi sarebbe dunque una ragione di più per concludere col Child che nessuna delle formule per la determinazione di K è veramente esatta.

5. Riguardo ai valori che si ottengono facendo il rapporto fra le K negative e positive raccolte nelle precedenti tabelle, ed anche fra quelli che per brevità non ho riportato, non è possibile dedurre nessuna legge di variazione nè per effetto della distanza, nè del campo. Il rapporto fra le K oscilla in generale fra un massimo corrispondente a 1,42 ad un minimo di 1.06.

6. Se si congiungono insieme i punti corrispondenti ai valori delle forze e delle densità misurati sul piatto B, si otterrebbero, secondo i dati di Gianfranceschi due curve con una leggera concavità in basso. Secondo i dati miei invece, i quali abbracciano anche un intervallo maggiore, si hanno, come si vede pure dalle fig. 5 e 6, due curve colla concavità in alto. Ciò credo debba apparire assai più logico di quanto non si dedurrebbe dai dati di Gianfranceschi.

7. Una causa di errore che il Gianfranceschi, come vedemmo, nota sussistere nei metodi del Thomson e del Child è dovuta a ciò, che in quelli viene supposta omogenea la distribuzione degli ioni tra fiamma e piatto collettore, mentre dalle curve della fig. 6 questa risulta assai complicata. Invece sempre secondo il Gianfranceschi, col suo metodo viene girata la difficoltà che insorge dalla complicata distribuzione degli ioni, perchè si risparmia di tenerne conto, non entrando nella sua formula che gli elementi $\frac{dV}{dx}$ e $\frac{d\chi}{dx}$ misurati sul piatto collettore.

Tale conclusione però a mio modo di vedere non è esatta, perchè i valori di $\frac{dV}{dx}$ e di $\frac{d\chi}{dx}$, ancorchè misurati sul piatto, sono dedotti dall'andamento delle curve dei potenziali e delle forze, le quali sono tutt'altro che indipendenti dalla suddetta distribuzione.

Se la causa di errore viene con questo metodo eliminata, non è già dunque perchè si possa fare a meno di tenerne conto, bensì perchè se ne tiene in certo modo il dovuto conto.

Se poi l'appunto si può muovere a questo riguardo al metodo del Child, non è sempre lecito farlo pel metodo di Thomson.

Infatti, se con questo metodo restringiamo l'intervallo ($x_2 - x_1$) all'ultimo centimetro, non è più il caso di pensare alla influenza della non omogenea distribuzione degli ioni in quell'intervallo.

Che se ciò non ostante questa fosse pur tale da avere influenza sensibile sul valore di K, non andrebbe esente nemmeno il valore di K ricavata col metodo di Gianfranceschi,

in cui si conviene di applicare non già i valori di χ e di $\frac{d\chi}{dx}$ misurati sul piatto, ma la media di quelli relativi all'ultimo centimetro.

Ringrazio vivamente il Prof. A. Pochettino per l'aiuto di consigli e di mezzi.

Dall'Istituto tecnico di Sassari.
