

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCI.

1904

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1904

Questi risultati mi pare che mostrino che le parti fuse in seguito alla fulminazione avevano in sè della radioattività indotta e di lunga durata.

Ho anche verificato che la parte fusa dei mattoni è cattiva conduttrice della elettricità. Toccando infatti l'elettroscopio carico coi vari mattoni tenuti colla mano, facendo in modo che il bottone dell'elettroscopio venisse a contatto colla parte sana del mattone, si otteneva la scarica immediata dello elettroscopio; invece se si ponevano a contatto del bottone dell'elettroscopio le parti fuse dei mattoni, la scarica durava dai due agli otto secondi.

Nei giorni 23, 25, 28 e 29 aprile ho provato a tenere per alcune ore (da quattro a sei) i pezzi di mattone A, B e C in comunicazione colla parte negativa dello spinterometro di una bobina d'induzione, mentre la parte positiva era messa a terra. I tre pezzi di mattone, sui bordi della fusione, hanno mostrato di aver acquistato una debole radioattività, che però perdettero completamente dopo circa mezz'ora. Tenendo i mattoni in contatto colla parte positiva dello spinterometro della bobina d'induzione, non ho verificato alcun indizio di radioattività.

I risultati di queste ultime esperienze mostrano ancora una volta che stiamo ancora ben lontani dal formarci un giusto concetto dell'entità degli effetti che può produrre una fulminazione, in confronto di quelli che possiamo ottenere coi mezzi dei nostri laboratori. Ed in quella guisa che un pezzo di ferro comune perde quasi completamente la polarità magnetica, appena viene sottratto all'induzione di un intenso campo magnetico prodotto artificialmente, mentre tale polarità è conservata a lungo dai ferri che si trovarono nei campi magnetici prodotti dallo scoppio della folgore, così ora vediamo che mentre le parti fuse dei mattoni studiati hanno conservato per una ventina di giorni circa la radioattività indotta provocata dalla fulminazione, perdono tale proprietà radioattiva entro mezz'ora, se viene provocata, tenendoli per alcune ore a contatto colla parte negativa dello spinterometro di una bobina d'induzione.

Fisica. — *Sulla conduttività dell'aria atmosferica in recipienti chiusi.* Nota di A. POCHETTINO e A. SELLA, presentata dal Socio P. BLASERNA.

La dispersione dell'elettricità per l'aria atmosferica è stata già da lungo tempo oggetto di studio — citiamo qui solo le ricerche di Coulomb, Matteucci, Riess, Warburg, Giese, Naccari, Linss — ma è entrata recentemente, soprattutto per opera di Elster e Geitel, in una nuova fase acquistando un'importanza molto maggiore dopo che si è riconosciuto che essa rientra in un grosso capitolo della fisica moderna, la radioattività. Noi non intendiamo di occuparci della questione della dispersione nell'aria libera, dal

punto di vista della fisica terrestre, e perciò ci riferiremo alle ricerche che avevano in vista soprattutto il legame fra la dispersione ed i fattori meteorologici o la configurazione del suolo, solo in quanto toccano il nostro argomento, che è quello della conduttività dell'aria atmosferica in recipienti chiusi.

Dopo che le ricerche di Elster e Geitel avevano dimostrato che la conduttività dell'aria è dovuta alla presenza di ioni, Geitel intraprese uno studio <sup>(1)</sup> sulla dispersione nell'aria limitata da una campana di vetro del volume di circa 31800 cc. poggiata sopra un disco di ferro. Il risultato fu che la conduttività dell'aria rinchiusa andò, dopo riempita la campana di aria fresca, lentamente crescendo sino a raggiungere dopo pochi giorni, un valore ben cinque volte maggiore dell' iniziale e rimanendo poi stazionaria. Geitel attribuì questo aumento permanente al fatto che l'aria andava mano a mano liberandosi dal pulviscolo sospeso, il quale, come è noto, ritarda la mobilità degli ioni. Poco dopo Elster e Geitel <sup>(2)</sup> mostrarono che questa spiegazione non era attendibile, ma ritenendo che l'aumento di conducibilità fosse dovuto ad una proprietà che l'aria acquistava spontaneamente rimanendo chiusa e stagnante, determinarono la dispersione dell'aria in cantine e grotte, trovando che essa è in genere eccezionalmente elevata. Sebbene partiti da un concetto, che poi non fu confermato, i due fisici erano però giunti in tal modo ad un risultato di grande importanza.

Quasi contemporaneamente al Geitel, Wilson <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup> trovava che l'aria rinchiusa mantiene permanentemente il suo potere dispersivo. Operando in un recipiente di 163 cc. di vetro, ricoperto da uno straterello di argento, la ionizzazione permanente nell'aria alla pressione ordinaria, assorbita dalla corrente di saturazione, corrisponderebbe alla produzione di circa 36 ioni al cc. ed al secondo, supponendo  $3,4 \cdot 10^{-10}$  la carica di un ione in unità elettrostatiche. Avendo poi trovato che la dispersione in un recipiente chiuso non varia alla superficie della terra o nell'interno di un tunnel, ritiene che non si possa attribuire l'ionizzazione ad una radiazione che abbia attraversato l'atmosfera. In un lavoro posteriore <sup>(5)</sup> dal fatto che la dispersione in un gas rinchiuso è proporzionale alla sua densità, sia quando si varii la pressione, sia quando

<sup>(1)</sup> *Ueber die Elektrizitätszerstreuung in abgeschlossenen Luftmengen.* (Physical Zeitschr. II, 1901, p. 116).

<sup>(2)</sup> *Weitere Versuche über die Elektrizitätszerstreuung in abgeschlossenen Luftmengen* (Phys. Zeitschr. II, 1901, p. 560).

<sup>(3)</sup> *On the leakage of electricity through dust-free air* (Proc. Camb. Phil. Soc. 11, 1900, pag. 32).

<sup>(4)</sup> *On the ionisation of atmospheric air* (Proc. Roy. Soc. London 68, 1901 pag. 155).

<sup>(5)</sup> *On the spontaneous ionisation of gases* (Proc. Roy. Soc. London 69, 1902, pag. 277).

si passi da un gas all'altro (tranne che per l'idrogeno) Wilson è indotto a ritenere che la ionizzazione si possa ricondurre ad una radioattività delle pareti, che emettono raggi a piccolo potere di penetrazione.

Rutherford (1) lancia l'idea che la ionizzazione sia dovuta al fatto che la superficie della terra perchè negativa rispetto all'aria atmosferica è coperta di uno straterello attivo che emette raggi che attraversano le pareti del recipiente, in cui si misura la conduttività.

Harms (2) determina il valore della corrente di saturazione ossia della produzione continua di ioni a 52 al cc. ed al secondo a 18°. Il volume della campana di vetro in cui operava era di 17.000 cc. Egli non accenna a variazioni della conduttività col tempo.

Rutherford e Allen (3) determinano la produzione di ioni in 28-29 al cc. ed al secondo in un recipiente di zinco della capacità di 71.200 cc. Durante un mese la dispersione si mantenne quasi costante; gli autori suppongono che nell'aria ci sia un'emanazione che sparirebbe molto più lentamente di quella proveniente dal radio.

H. Mache (4) trova un graduale aumento della conduttività dell'aria quasi sino ad un valore doppio, raggiunto dopo circa 14 giorni. La capacità del recipiente era dell'ordine di quello di Geitel; identica la disposizione sperimentale. In questo lavoro ci sia permesso il rilevare la curiosa affermazione che l'aria dopo di avere sfiorato un corpo elettrizzato perde interamente la sua virtù scaricatrice; se così fosse egli avrebbe dovuto osservare che la conduttività nel suo recipiente finiva collo sparire.

Strutt (5) trova che la conduttività dipende dalla natura delle pareti del recipiente (ed in modo da escludere che si tratti di diverso assorbimento di radiazioni esterne che attraversino le pareti stesse). Egli inclina a credere che la ionizzazione dell'aria rinchiusa sia dovuta alle pareti.

Mc. Lennan e Burton (6) operando in un cilindro di diversi metalli e del volume di circa 61.300 cc. trovano che appena immessa aria fresca, la conduttività diminuisce rapidamente sino ad un minimo, che raggiunge in poche ore, poi ricresce rimanendo costante con un valore finale minore dello iniziale. Per ispiegare questo risultato essi suppongono che nell'aria sia con-

(1) *Penetrating Rays from radio-active substances.* (Nature, 69, 1902, pag. 318).

(2) *Ueber eine Methode zur Untersuchung der Leitfähigkeit der Gase.* (Phys. Zeitschr. 4, 1902, pag. 11).

(3) *Erregte Radioaktivität und in der Atmosphäre hervorgerufene Ionisation.* (Phys. Zeitschr. 3, 1902, pag. 225).

(4) *Ueber die Zerstreung der Elektrizität in abgeschlossener Luft.* (Sitzber. d. K. Ak. d. Wiss. zu Wien CX, 10, 1901, pag. 1302).

(5) *Radioactivity of ordinary materials.* Phil. Mag. 5, 1903, pag. 680.

(6) *Some experiments on the electrical conductivity of atmospheric air.* (Phys. Rev. 16, 1903, pag. 184).



tenuta un'emanazione che si estingue rapidamente, mentre dall'altra parte un'emanazione proveniente continuamente dalle pareti tende a far crescere la conduttività dell'aria. (L'emanazione nell'aria dovrebbe così essere di breve esistenza, mentre esperienze recenti tendono a fare ritenere che essa sia di tipo più persistente come l'emanazione del radio). Gli autori hanno poi trovato che la conduttività decresce circondando il recipiente con uno spesso strato di acqua, e dimostrano così che circa il 37 % dell'ionizzazione è dovuta a radiazioni che attraversano le pareti.

Patterson (1) operando in un recipiente di ferro del volume di 12800 cc. conclude dal comportamento della conduttività a diverse temperature e pressioni, che la ionizzazione è dovuta alla radioattività delle pareti; egli trova che il numero di ioni prodotti in un cc. al secondo è 61 alla pressione ordinaria.

Lester Cooke (2) circondando il recipiente con spessi strati metallici dimostra la presenza nell'aria di una radiazione molto penetrante, a cui è dovuto un terzo della dispersione dell'aria, e dimostra poi che tutte le sostanze emettono una radiazione, sebbene poco penetrante. Egli operava con un recipiente di ottone del volume di 1100 cc.

J. Strutt (3) ha mostrato che facendo passare dell'aria sopra rame fortemente riscaldato si può estrarre un'emanazione a caduta simile a quella pel radio.

Per completare il quadro delle ricerche che si riferiscono al nostro argomento non ci rimane che di ricordare che la presenza di un'emanazione radioattiva nell'aria è stata scoperta da Elster e Geitel, i quali dimostrarono che essa si fissa su corpi elettrizzati negativamente, confermata poi dalle ricerche di uno di noi che provò che essa si può pure fissare coll'effluvio elettrico, e di Ebert il quale trovò che questa emanazione si può condensare a basse temperature; la conclusione circa la presenza di un'emanazione nell'aria atmosferica essendo poi ancora confermata dal fatto che l'aria estratta dal suolo (4) è molto ricca in emanazione (Elster e Geitel, Ebert) e così quella da alcune acque sorgive (Sella e Pochettino, Thomson, Himstedt, ecc., ecc.).

(1) *On the ionization in air at different temperatures and pressures.* (Phil. Mag. 6, 1903, pag. 231).

(2) *A penetrating radiation from the earth's surface.* (Phil. 6, 1903, pag. 403).

(3) *The preparation and properties of an intensely radioactive gas from metallic mercury* (Phil. Mag. 6, 1903, pag. 113).

(4) A questo proposito ci sia permesso di ricordare che avendo ripetuto nell'autunno delle esperienze di Elster e Geitel sulla dispersione ed attivazione di conduttori elettrizzati negativamente in grotte, scegliendo le catacombe e le cave di pozzolana della campagna romana, sospettammo fin d'allora che la natura del suolo influisse molto sulla dispersione dell'aria sovrastante; la quale cosa fu poi ampiamente dimostrata da esperienze posteriori.

Ricapitolando, le cause che potrebbero produrre la ionizzazione dell'aria chiusa sarebbero:

- 1) Radiazioni penetranti attraverso le pareti del recipiente;
- 2) Radiazioni emesse direttamente dalle pareti;
- 3) Emanazione contenuta nell'aria atmosferica;
- 4) Emanazione proveniente dalle pareti;
- 5) Proprietà spontanea di ionizzazione dell'aria o gas permanentemente radioattivo contenuto nell'aria.

Le tre prime cause sembrano accertate dalle ricerche su cui abbiamo riferito; la quarta non è provata alla temperatura ordinaria, la quinta apparisce poco probabile secondo le recenti ricerche del Rutherford, secondo cui le sostanze radioattive in genere sono soggette a disgregazione, specialmente rapida nel caso di gas. Si intende quindi come debba essere complicato il fenomeno della dispersione in un recipiente chiuso e variabile a seconda delle circostanze, tra cui oltre che la natura delle pareti anche il volume del recipiente; tanto più che per l'aria atmosferica raccolta può anche variare la velocità di ricombinazione degli ioni, o la loro mobilità.

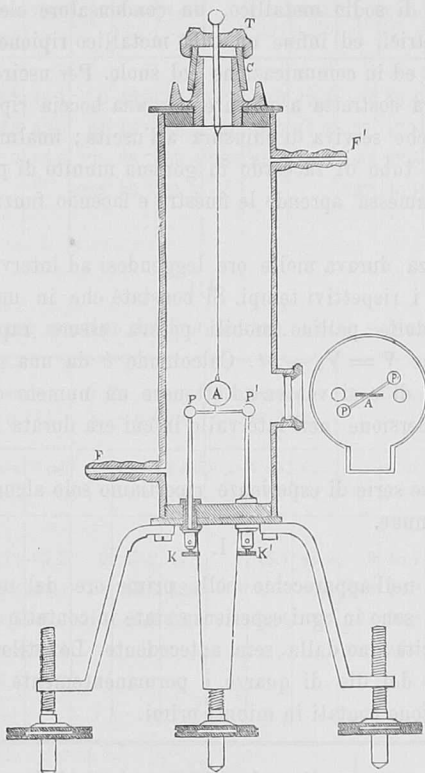
Ci sia ora concesso di riferire sopra esperienze istituite già da qualche tempo sulla dispersione in recipiente chiuso.

Il recipiente in cui si misurava la dispersione dell'aria era un cilindro di ottone del diametro di cm. 4, 5 e dell'altezza di 16 cm.; ossia della capacità di 245 cc. Il cilindro rappresentato nell'unita figura è chiuso superiormente da un tappo *T* di ebanite portato da un cono *C* di ferro formante parte di una chiusura ermetica a cono. Attraverso il tappo passa uno stilo d'ottone a cui è attaccato un sottile filo di quarzo, che nella estremità inferiore regge l'equipaggio di una bilancia a torsione, costituito da una coppia di sfere *P P'* del diametro di 5 mm. fissate agli estremi di un braccio pure d'alluminio lungo 3 cm., al quale è pure fissato uno specchio d'acciaio *A*. Di fronte alle due sferette del giogo mobile stanno due sferette del medesimo diametro e pure di alluminio fissate a due gambi d'ottone lunghi cm. 3,5; questi, dopo attraversati due cilindretti in ebanite fissati sul fondo del cilindro, terminano in due serrafili *k k'* posti in comunicazione metallica fra di loro.

Nella posizione di zero ossia di equilibrio con palline scariche e col filo senza torsione, le palline mobili sono alquanto discoste dalle fisse, ma se le mobili sono elettrizzate e le fisse tenute in comunicazione col cilindro al suolo, il giogo prenderà una nuova posizione di equilibrio, stabile se le palline mobili non vengono troppo vicine alle fisse. Lasciando ora le cose a se, le palline mobili andranno mano a mano scaricandosi per la conduttività dell'aria ed il giogo ritornerà nella sua posizione di riposo; dimodochè la posizione angolare del sistema mobile determinata collo specchio potrà dare

una misura del potenziale successivamente decrescente delle palline mobili. In questo modo lo stesso sistema funziona da apparecchio di dispersione e di misura.

Per elettrizzare le palline mobili si ponevano le fisse in comunicazione con una batteria, in modo che le mobili andassero a toccarle; se per ade-



sione elettrica esse rimanevano attaccate, si staccavano con leggeri colpi opportunamente dati al tavolo su cui poggiava l'apparecchio.

Di poi si portavano le palline fisse in comunicazione col suolo e col cilindro esterno. Non rimaneva più che di conoscere il legame fra il potenziale delle palline mobili e la deviazione angolare del giogo. Ciò si ottenne caricando invece le palline fisse e lasciando a potenziale zero le mobili; l'operazione è piuttosto delicata, perchè bisogna evitare che le palline mobili entrino alla prima oscillazione, nell'angolo di equilibrio instabile e bisogna operare rapidamente per essere sicuri che le palline mobili non si vadano





II.

Aria immessa nel mattino del 19 novembre. Come sopra.

19 Novembre b = 0,391			20 Novembre b = ,591			21 Novembre b = 0,566			22 Novembre b = 0,528			23 Novembre b = 0,576			24 Novembre b = 0,475		
t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.
0	47,3	47,1	0	49,2	49,1	0	49,9	49,9	0	49,9	49,7	0	49,4	49,5	0	49,0	48,9
43	45,3	45,4	88	43,8	43,9	61	46,6	46,5	46	47,5	47,3	37	47,5	47,4	48	46,5	46,6
177	40,0	40,2	228	35,7	35,6	193	38,7	39,0	265	35,3	35,8	190	38,5	38,6	333	33,1	33,1
273	36,5	36,4	..	...	...	255	35,7	35,5	..	...	...	337	30,1	30,1	..	...	...
373	32,6	32,5	..	...	...	..	...	...	..	...	...	..	...	...	..	...	...

III.

Aria immessa nel mattino del 7 dicembre. Come sopra.

7 Dicembre b = 0,474			8 Dicembre b = 0,585			9 Dicembre b = 0,609			10 Dicembre b = 0,522			11 Dicembre b = 0,504			12 Dicembre b = 0,470		
t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.
0	48,2	48,4	0	4,74	47,2	0	47,2	47,1	0	45,7	45,5	0	48,7	48,5	0	48,5	48,2
109	43,7	43,3	30	45,4	45,4	57	43,2	43,6	104	39,7	40,1	108	42,8	43,1	81	44,3	44,4
280	35,0	35,1	90	41,5	41,9	216	33,9	33,9	216	34,4	34,7	183	39,2	39,3	186	39,2	39,5
..	...	...	150	38,3	38,4	..	...	...	..	...	...	233	37,0	36,8	246	36,6	36,6
..	...	...	210	35,1	34,9	..	...	...	..	...	...	..	...	...	306	34,1	33,8
..	...	...	..	...	...	..	...	...	..	...	...	..	...	...	336	32,5	32,4

IV.

Aria immessa nel mattino del 16 gennaio. Come sopra.

16 Gennaio b = 0,615			18 Gennaio b = 0,639			25 Gennaio b = 0,632			1 Febbraio b = 0,534			4 Febbraio b = 0,415			8 Febbraio b = 0,410		
t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.	t	V oss.	V cal.
0	49,5	49,3	0	49,5	49,6	0	47,5	47,5	0	48,6	48,4	0	51,0	50,7	0	50,4	50,4
48	46,2	46,3	47	46,6	46,4	73	42,8	43,0	61	44,8	45,1	50	48,2	48,6	73	47,6	47,4
106	42,3	42,8	130	40,6	40,6	152	37,9	37,9	102	42,3	43,0	167	43,9	43,8	131	45,1	45,1
188	37,7	37,8	..	...	...	..	...	...	..	...	...	..	...	...	181	43,0	43,0

V.

Le condizioni sono come le antecedenti; solo lo stilo superiore a cui è attaccato il filo di quarzo è al suolo. Aria immessa nel mattino del 21 dicembre.

21 Dicembre b = 0,588			22 Dicembre b = 0,682			24 Dicembre b = 0,608			26 Dicembre b = 0,584		
t	V.oss. +	V.cal. +	t	V.oss. +	V.cal. +	t	V.oss. +	V.cal. +	t	V.oss. +	V.cal. +
0	45,4	45,4	0	47,1	47,1	0	46,9	46,3	0	45,1	45,1
106	39,3	39,2	66	42,6	42,6	50	43,7	43,3	53	42,1	42,1
252	30,6	30,6	..	...	...	110	40,2	40,2	120	38,1	38,1

Finalmente in altre serie, che è inutile di riportare perchè presentano il medesimo andamento, il tempo di carica delle palline mobili durò solo mezz'ora, rimanendo il sistema fra un'esperienza e l'altra, ossia da un giorno al successivo costantemente al suolo.

Le nostre esperienze conducono così al risultato che la dispersione cresce dapprima sino ad un massimo che raggiunge dopo un giorno o due, per poi risalire ad un valore poco differente dall'iniziale. Ciò si spiega facilmente ammettendo che l'aria porti con sé un'emanazione radioattiva, la quale attiva temporaneamente le pareti del recipiente producendo così un aumento iniziale di ionizzazione, che va gradualmente scomparendo; e si potrebbe anche supporre che l'azione ionizzante diretta dell'emanazione passi di per sé per un massimo.

Da ciò si vede che per spiegare i fenomeni sinora osservati sono sufficienti le ipotesi seguenti: radiazioni penetranti attraverso le pareti del recipiente e raggi emessi direttamente dalle pareti; le quali cause forniscono la ionizzazione normale stazionaria dell'aria in recipienti chiusi; le variazioni al principio, subito dopo immessa aria fresca, dipendono dalla natura dell'aria immessa, cioè dall'emanazione contenuta nell'aria atmosferica. E così per spiegare i fenomeni sinora osservati, basta l'ammettere tre cause di ionizzazione. Naturalmente il forte aumento della dispersione osservato da Geitel non rientra in questa spiegazione; ma bisogna notare che molti altri sperimentatori non l'hanno ritrovato, e gli stessi Elster e Geitel sembrano metterlo in dubbio quando parlano di esperienze eseguite in una grossa caldaia (1).

(1) Ueber die radioaktive Emanation in der atm. Luft. Phys. Zeitschr. 4, 1900, pag. 522.

Rimane a vedersi se è necessaria l'ipotesi di una ionizzazione spontanea dell'aria, o della presenza in essa di un gas permanentemente radioattivo o che perda molto lentamente le sue proprietà ionizzanti; per quanto questa appaia non molto probabile dalle ricerche fatte sin oggi, come abbiamo già accennato. Comunque, delle ricerche sperimentali dirette per decidere la questione, andrebbero incontro a non lievi difficoltà.

**Fisica.** — *Intorno alla elettrizzazione prodotta per gorgoglio d'aria in acqua impura per sostanze diverse.* Nota del dott. D. PACINI, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Lo sviluppo di elettricità per la caduta di un liquido in seno ad un gas fu per la prima volta oggetto delle ricerche di Lenard (1). Nell'anno 1894, J. J. Thomson (2) nella sua Nota *Sulla elettricità delle gocce*, riprendeva le esperienze di Lenard, confermava i risultati da questo ottenuti e faceva una serie completa di ricerche sperimentali sull'argomento.

Quasi contemporaneamente lord Kelvin (3) studiava il caso reciproco del gorgoglio di un gas in seno ad un liquido, e trovava che facendo gorgogliare l'aria in seno all'acqua si ha sviluppo di elettricità. Anzi le ricerche di lord Kelvin dimostrarono che in questo processo l'acqua rimane carica di elettricità positiva e l'aria di negativa; e che il valore del potenziale che così si raggiunge è più elevato se più pura è l'acqua.

Successivamente R. Fischer (4) studiò quali fossero le condizioni sperimentali più adatte ad accrescere l'intensità del fenomeno, e vide come questa intensità aumentasse col crescere della temperatura dell'acqua. Il dott. Alessandrini (5), si preoccupò di vedere se esisteva un potenziale limite nel processo di elettrizzazione: effettivamente egli determinò questo potenziale limite, e vide come questo dipendesse essenzialmente dalla purezza dell'acqua.

J. J. Thomson, nelle ricerche sopracitate pel caso dello spruzzamento, aveva studiato sommariamente il comportamento di soluzioni di sostanze di-

(1) *Ueber die Lufterlektricität der Wasserfälle.* Wied. Ann. 46, 584.

(2) *On the electricity of drops.* Phil. Mag. 37, 341.

(3) Lord Kelvin, M. Maclean e A. Galt, *Electrification of air and other gases, by bubbling through water and other liquids.* Proc. Roy. Soc. London, vol. 57, n. 344; lord Kelvin, ecc., *On the dielectrification of air.* Proc. Roy. Soc., vol. 56, n. 345, pag. 436; lord Kelvin, *On the electrification of air.* Proc. of the Phil. Soc. of Glasgow, 1894-95.

(4) Fischer R., *Ueber die Elektrizitätserregung bei dem Hindurchgange von Luftblasen durch Wasser.* Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften in Wien, Band CXI, pag. 1013, 1902.

(5) Alessandrini, *Sull'elettricità sviluppata per gorgoglio d'aria in acqua.* Nuovo Cimento, Serie V, vol. IV, 1902.