ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVI.

1909

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVIII.

1° Semestre.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1909

Del resto le due ipotesi possono bene coesistere; esse sono entrambe ammissibili, perchè ciascuna non è contradetta dai fatti finora noti; ognuna porta a conseguenze verificate dalle osservazioni dirette, ed insieme spiegano i fatti nuovi che hanno formato oggetto delle nostre osservazioni.

Fisica. — *Sulle radiazioni penetranti.* Nota di D. Pacini, presentata dal Socio P. Blaserna.

La questione della origine delle radiazioni penetranti capaci di ionizzare un gas racchiuso in un recipiente metallico, e provenienti da cause esterne, è attualmente assai discussa; e dato lo stato della questione medesima, è interessante la estensione di ricerche in proposito in luoghi diversi, intese a studiare la intensità di queste radiazioni, e la sua variazione col tempo, e ad indagare se esista un eventuale legame tra questo fenomeno e gli altri noti della fisica dell'atmosfera.

Una lastra di zinco [1] privata dello strato superficiale, accuratamente pulita e resa tersa, servì a costruire il recipiente cilindrico destinato alle esperienze che io feci all'aria aperta della campagna. Questo recipiente aveva mm. 1,3 di spessore, cm. 59.5 di altezza, e cm. 12 di raggio. L'elettrodo interno era costituito da un cilindro di rame che, per mezzo di un isolante, comunicava all'esterno con un piccolo elettroscopio di alluminio. Un dispositivo semplice permetteva di stabilire fra il cilindro di rame e quello di zinco una differenza di potenziale variabile fra i 300 ed i 450 Volta, assumendo la fogliolina dell'elettroscopio una deviazione conveniente; talchè in questo intervallo poteva ottenersi la corrente di saturazione. L'elettrometro era munito di un microscopio che permetteva di apprezzare la caduta del potenziale fino a un terzo di Volta nell'intervallo delle misure. La capacità del sistema, determinata col condensatore di Harms, era di circa 19 centimetri. Il cilindro di zinco aveva due rubinetti per il cambiamento dell'aria nell'interno. Qualche giorno prima di incominciare le misure [2] l'aria fu introdotta nel recipiente attraverso un filtro di cotone. L'elettrometro era protetto con una scatola di ferro annerita, recante nella parte anteriore una finestra chiusa con vetro. L'apparecchio, protetto superiormente da una tela impermeabile, fu montato sulla collina isolata ove sorge l'Osservatorio meteorologico di Sestola, a circa m. 1090 sull'Appennino modenese. Le misure

[1] Informandomi ai risultati delle ultime ricerche, ed in particolare a quelli ottenuti dal Mc. Lennan (Phil. Mag. dicembre 1907) sulla conduttività dell'aria racchiusa in recipienti metallici, adoperai lo zinco che è più facile ottenere meno impuro per sostanze radioattive.

[2] Wood e Campbell in Phil. Mag. 1907, 265, trovano che per un gas racchiuso in un recipiente di zinco, l'incremento della ionizzazione col tempo è quasi trascurabile.

furono fatte nei mesi di agosto e settembre del 1908. Trattandosi di lavorare all'aperto, facendo osservazioni di ora in ora, le serie di osservazioni risultano complete per le 24 ore, nei giorni privi di perturbazioni atmosferiche. Contemporaneamente anche di ora in ora, estendendole però soltanto alle ore del giorno, si facevano misure Ebert per la ionizzazione nell'aria libera [1]. Le osservazioni meteorologiche furono fatte sempre insieme a ciascuna lettura dell'apparecchio per le radiazioni penetranti.

Tenuto conto della dispersione propria dell'apparecchio la quale, dato il buon isolamento, era piccolissima nell'intervallo fra una misura e l'altra, e che risultò mantenersi costante, tutte le volte che venne determinata, tenendo l'elettrometro protetto nella cassetta metallica; e assumendo il valore $3{,}4 \times 10^{-10}$ u. e. a. come carica d'uno ione, si deduce facilmente dalla caduta di potenziale in un tempo determinato, il valore che suole indicarsi con q, vale a dire il numero di ioni prodotti in un minuto secondo in ogni cm^3 d'aria, nell'interno del recipiente.

Nella tabella che segue sono riportati nella prima linea i numeri ottenuti facendo la media di tutti i valori di q relativi alla stessa ora nei diversi giorni di osservazione; essi corrispondono a numerose serie di esperienze fatte per circa due mesi in tutti i giorni in cui il cielo si mantenne prevalentemente sereno e l'aria tranquilla. Nelle linee seguenti figurano analoghe medie, relative alle quantità di elettricità $I+$ e $I-$ espresse in u. e. a; al valore della unipolarità $Q = \frac{I+}{I-}$ e ai dati riguardanti la variazione degli elementi meteorologici. La tavola annessa è la traduzione grafica dei risultati delle misure.

[1] Devo qui ringraziare il dott. Carlo Zanini per il cortese aiuto prestatomi nelle serie di misure Ebert e nelle osservazioni meteorologiche.

Valore medio della ionizzazione nel recipiente chiuso per le singole ore del giorno.

Ore	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
q	22.3	22.5	24.6	21.3	21.5	19.5	21.9	12.7	16.4	22.8	19.7	14.2	14.0	15.1	16.1	18.7	16.4	18.9	20.6	17.6	18.2	18.1	17.6	19.1	

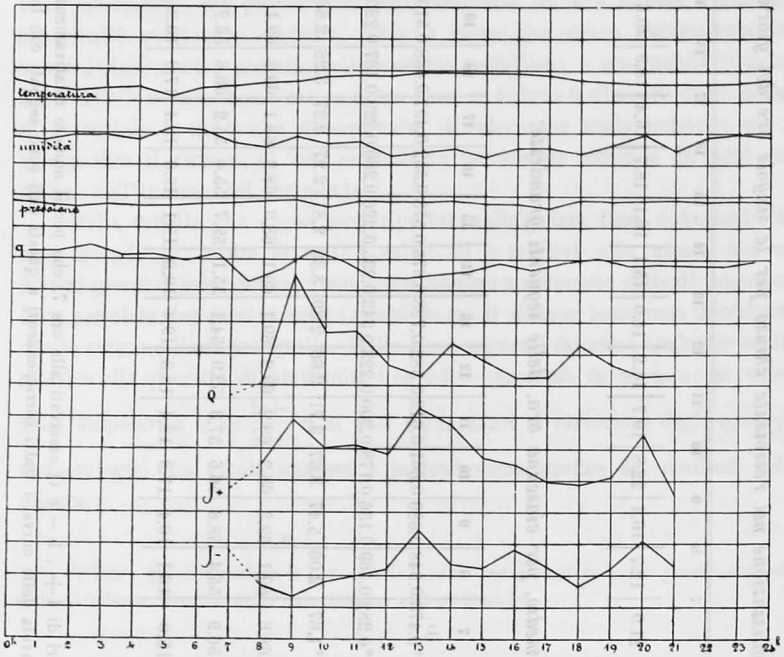
Valore medio, per ciascuna ora, delle seguenti grandezze:

Ore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I+	—	—	—	—	—	—	*0.473 (1)	0.548	0.689	0.601	0.612	0.582	0.728	0.675	0.573	0.552	0.497	0.488	0.510	0.645	0.451	—	—	—
I−	—	—	—	—	—	—	*0.282	0.169	0.136	0.178	0.200	0.223	0.343	0.235	0.226	0.280	0.229	0.167	0.220	0.311	0.232	—	—	—
$Q=\frac{I+}{I-}$	—	—	—	—	—	—	*1.67	2.06	5.47	3.67	3.71	2.66	2.30	3.33	2.81	2.27	2.27	3.28	2.68	2.29	2.35	—	—	—
Pressione	668.6	68.4	68.7	68.5	68.5	68.8	68.8	69.1	69.3	68.3	69.2	69.2	69.1	69.1	68.9	68.8	68.1	69.2	69.1	69.2	69.3	69.1	69.1	69.0
Umidità relativa	57.8	59.3	59.3	58.1	61.6	60.7	56.9	55.4	58.6	56.6	57.3	52.9	54.1	55.1	52.7	55.4	55.2	53.6	56.2	59.7	54.3	58.8	59.4	58.4
Temperatura	14°.3	13.4	14.2	14.7	12.1	14.5	15.0	16.1	16.4	17.9	18.4	18.3	19.4	19.3	19.1	19.0	18.4	17.0	16.3	15.6	15.7	15.6	15.8	16.6

(1) Sono contrassegnati coll'asterisco quei valori di I+, I− e Q osservati alle ore 7, che per il numero relativamente più piccolo di osservazioni possono lasciar dubbio sulla loro sicurezza. Nella tavola delle curve, i tratti corrispondenti a questi dati sono segnati con linea punteggiata.

Risultati delle esperienze:

Il minimo valore ottenuto a Sestola per la ionizzazione dell'aria nell'interno di un recipiente di zinco, fu di 6,3 ioni per cm³ al minuto secondo, e fu osservato fra le 7^h e le 8^h del mattino cioè nell'ora in cui capitò sempre un minimo del a ionizzazione; ed è bene notare che altre volte si ebbero i valori $q = 8$, $q = 9$, e ripetutamente i valori 10 e 12, tutti relativamente piccoli. Il massimo valore di circa 30 ioni fu ottenuto fra le 23^h e le 3^h, nelle ore cioè di un massimo della ionizzazione.



È importante osservare che il valore $q = 6{,}0$ per la ionizzazione in un vaso chiuso, misurata nelle condizioni normali di pressione e temperatura, senza ulteriori schermi assorbenti, è il più basso valore finora ottenuto dal Mc. Lennan (¹), sperimentando però sul ghiaccio della baia di Toronto. Il valore 6,3 è il minimo valore finora osservato nel continente sopra luoghi rocciosi. L'andamento della curva è essenzialmente diverso da quello ottenuto da Strong (²), che sperimentò come lo scrivente nell'aperta campagna, nella estate del 1907 in Pensilvania nella valle di Cumberland, a 7 miglia da Harrisburg. Lo Strong, in queste prime ricerche sullo argomento sperimenta

(¹) J. C. Mc. Lennan, Phys. Review. 526, 1908.
(²) W. W. Strong, Phys. Zeit. 118, 1908.

nell'aria racchiusa in un piccolo elettroscopio d'alluminio, e trova che la curva della ionizzazione interna presenta il massimo nelle ore meridiane e il minimo in quelle della notte, risultato questo assolutamente diverso da quello degli altri sperimentatori e diverso anche, come ora vedremo, dai risultati ottenuti più tardi dallo stesso Strong.

La ionizzazione dell'aria contenuta in un recipiente metallico esposto all'aria aperta della campagna presenta anche a Sestola un doppio periodo diurno: si ha un primo massimo dopo la mezzanotte, il quale si accentua fra le 2^h e le 3^h; un secondo fra le 9^h e le 10^h; un minimo càpita fra le 7^h e le 8^h, l'altro fra le 12^h e le 13^h.

Circa l'andamento delle radiazioni penetranti, ecco i risultati ottenuti finora in luoghi diversi:

	Pietroburgo (1)	Vienna (2)	Cambridge (3)	Washington (4)	Baltimora (5)	Sestola
Mass.[1]	"	matt. e sera	8^h-10^h ; 22^h-1^h	10^h ; 23^h	9^h ; 22^h	2^h-3^h ; 9^h-10^h
Min.[1]	circa le 15	mezzogiorno	4^h ; 14^h	7^h ; 18^h	7^h ; 18^h	7^h-8^h ; 12^h-13^h

La curva della ionizzazione nell'aria libera ha il massimo in corrispondenza al minimo valore della radiazione penetrante intorno alle ore 13; quella dei valori della unipolarità Q, presenta delle oscillazioni all'incirca corrispondenti a quelle della ionizzazione nel vaso di zinco.

Le curve costruite coi valori medî della pressione, umidità relativa e temperatura, mostrano che questi elementi meteorologici subirono relativamente piccole variazioni durante i giorni di osservazione, e non vi è analogia visibile fra il loro andamento e il fenomeno della ionizzazione nel recipiente metallico.

Discussione dei risultati.

Il Mc. Lennan nel lavoro citato osserva che, sperimentando sul terreno, si ottengono per q valori maggiori di quelli ottenuti sullo strato d'acqua e di ghiaccio della baia di Toronto e del lago di Ontario, perchè, secondo le esperienze dell'Autore, l'acqua ed il ghiaccio devono assorbire la maggior parte delle radiazioni provenienti dal suolo sommerso; osserva di più che mentre si ha solo il valore $q = 11{,}4$ sopra una torre alta m. 26, si ottiene

(1) J. J. Borgmann, *Science Abstracts*, 1905, n. 1580.

(2) H. Mache und T. Rimmer, Phis. Zeit. 617, 1906.

(3) Wood a. Campbell, Phil. Mag. 265, 1907.

(4) T. F. Mc. Keon, Phys. Review, 25, 399, anno 1907.

(5) W. W. Strong, Phys. Review, 27, 39, anno 1908. Le esperienze che condussero alla determinazione del periodo furono fatte dall'Autore nella torre del laboratorio di fisica della Università di Johns Hopkins. Una curva ottenuta presso Mechanicsburg Pa. il 26 dicembre 1907, presenta lo stesso andamento. L'Autore non dice se l'ottenne all'aria aperta o in ambiente chiuso.

$q = 15{,}3$ in una stanza delle fondamenta dell'edificio stesso che, essendo costruito di recente, suppone privo di impurità radioattive. Da questi fatti trae l'Autore argomento contro la ipotesi che pone nell'aria la origine delle radiazioni penetranti.

Io ho ottenuto a Sestola più volte nel corso delle misure valori per q inferiori a 10, fino a raggiungere il minimo di 6,3. Ammettendo col Mc. Lennan che i piccoli valori da lui ottenuti per q sull'acqua siano dell'ordine di grandezza degli effetti che possono esser prodotti dalle residue impurità radioattive dei metalli; bisogna concludere che è possibile constatare in alcuni momenti anche sul continente e sulla roccia un effetto quasi nullo delle radiazioni penetranti provenienti dall'esterno, e delle radiazioni secondarie determinate dalle prime sulle pareti del recipiente, sulla ionizzazione dell'aria in un vaso chiuso. Questo fatto, anche ammettendo che il terreno calcare su cui ho sperimentato contenga relativamente piccola quantità di sostanze attive, quando si pensi all'ampiezza della oscillazione dei valori ottenuti ed al loro andamento diurno, suggerisce qualche considerazione intorno alla questione se l'origine delle radiazioni penetranti sia o no nel terreno.

Nella ipotesi che l'origine delle radiazioni penetranti sia nel terreno, siccome bisogna ammettere che, almeno quando questo non è coperto per recenti precipitazioni, esse siano emesse dal suolo in quantità all' incirca costante, non si possono spiegare i risultati finora ottenuti, ed in particolare quelli di Sestola, ove si ebbero valori che oscillano dal piccolissimo $q = 6{,}3$, a $q =$ circa 30; nè si può più invocare validamente a sostegno di questa ipotesi la deduzione del Mc. Lennan, secondo cui il valore di q sarebbe intimamente connesso al tenore di sostanze attive del suolo su cui si esperimenta, e le recenti esperienze dello Strong inducono anch'esse a pensare che la sorgente di queste radiazioni penetranti sia fuori del suolo.

Tuttavia anche considerando eliminata, almeno come preponderante, la influenza delle sostanze attive contenute nel terreno, è tuttora molto difficile assegnare la vera origine della radiazione penetrante capace di ionizzare un gas nell' interno di un vaso metallico, e specialmente la causa del suo doppio periodo diurno generalmente osservato. Detta radiazione segue l'andamento della caduta di potenziale (Wood e Campbell, l. c.): presenta un minimo in corrispondenza al massimo della ionizzazione nell'aria libera, misurata coll'apparecchio di Ebert, e oscillazioni analoghe a quelle dei valori della unipolarità $Q = \frac{I+}{I-}$. Questi fatti sono concordi in massima, qualora si ammetta che, almeno in aperta campagna, l'apparecchio di Ebert riveli la massima parte delle cariche presenti nell'aria, specialmente quando questa è priva di nebbia e non vi sono vènti che trasportino grosse particelle materiali elettrizzate. L'andamento diurno della caduta di potenziale e della

unipolarità dipende dalle condizioni dell'aria alla superficie del suolo [1], anzichè da quelle degli alti strati dell'atmosfera; quindi, prima di formulare altre ipotesi come quella del Richardson [2] (sostenuta dal Mc. Keon, l. c.) che basandosi sul fatto osservato da Wood e Campbell (che q oscilla come la caduta di potenziale) analogamente al concetto di Arrhenius [3], pone nel sole la causa diretta di queste oscillazioni della radiazione penetrante capace di ionizzare un gas nell' interno di un recipiente chiuso alla superficie della terra; occorre renderci conto di quanto influisca sulla ionizzazione di un vaso chiuso la radiazione γ dovuta alle sostanze attive contenute nell'aria; e quindi vedere anzitutto se l'ammontare della quantità totale di radioattività indotta nell'aria, in vicinanza del terreno subisca anch'essa variazioni diurne analoghe a quelle del campo elettrico negli strati atmosferici prossimi alla superficie del suolo.

Cristallografia. — *Studio cristallografico della nitrodesmotroposantonina e del β-propil-naftilchetone* [4]. Nota di A. Rosati, presentata dal Socio G. Strüver.

Il prof. G. Bargellini dell' Istituto Chimico della R. Università di Roma ha recentemente studiati due composti organici di particolare interesse: la nitrodesmotroposantonina [5] e il β-propil-naftil-chetone [6], che riuscì a preparare in cristalli molto regolari e completi. Egli cortesemente mi affidò tutto il materiale disponibile per lo studio cristallografico, che ho creduto utile di eseguire a complemento dello studio chimico, trattandosi di sostanze, i cui cristalli non erano sinora conosciuti. I risultati, che ottenni, sono brevemente riassunti nella presente Nota.

Nitrodesmotroposantonina (fusibile a 189°-190°). — La nitrodesmotroposantonina, prodotta per decomposizione del nitro-chinitrolo, che risulta dall'azione dell'acido nitrico sulla desmotroposantonina, è facilmente solubile nell'alcool, da cui per lenta evaporazione si deposita in cristalli trasparenti, di colore giallo-vino, dal diametro di 1 mm. circa. Molti di essi non si prestano ad esatte misure goniometriche, causa gl' incavi e le striature delle

(1) A. Gockel, Meteor. Zeit. 25, 9, anno 1908; D. Smirnow, Phis. Zeit. 337, anno 1908.

(2) O. W. Richardson, *Nature*, 73, 607, anno 1906.

(3) Arrhenius, *Kosmische Physik*, ii, pag. 890.

(4) Lavoro eseguito nell'Istituto di Mineralogia della R. Università di Roma.

(5) G. Bargellini e V. Daconto, *Azione dell'acido nitrico sulla desmotroposantonina*. Gazz. chim. ital., anno XXXVIII, parte II. Roma, 1908.

(6) G. Bargellini e G. Melacini, *Sopra alcuni omologhi della naftalina*. Gazz. chim. ital., anno XXXVIII, parte II. Roma, 1908.