

N. 158

G. ALIVERTI

Su la camera di ionizzazione e il suo uso
in misure quantitative di radioattività
atmosferica

ROMA 1948

Estratto da *Annali di Geofisica*

Vol. I, n. 3, 1948, pag. 478

E' noto che il contenuto in sostanze radioattive dell'aria atmosferica si può determinare o eseguendo la misura *direttamente* sull'aria attiva per emanazione o *indirettamente* sui cosiddetti depositi attivi raccolti da essa (cioè su *RaA*, *RaB* e *RaC* e rispettivamente *ThA*, *ThB* e *ThC*). In entrambi i casi si tratta di misurare l'azione ionizzante degli atomi attivi in questione posti in un recipiente, la camera di ionizzazione. Si tien conto essenzialmente dell'azione ionizzante delle particelle alfa, e per fare una misura assoluta si deve consentire a ogni particella alfa emessa di esaurire il « percorso » e inoltre occorre stabilire nella camera di ionizzazione un campo elettrico tale da avere la corrente di saturazione. Nelle misure dirette non è possibile soddisfare la condizione di esaurire il percorso perché gli atomi delle emanazioni presenti nella camera vi si trovano come gas e quindi sparsi ovunque anche in prossimità delle pareti e dell'elettrodo; per questa ragione il metodo diretto richiede taratura della camera. Ciò si ottiene o con soluzioni normali di radio o con fialette tarate di emanazione. Nei metodi indiretti di Gerdien e di Aliverti è possibile invece provvedere all'esaurimento del percorso delle particelle alfa perché gli atomi attivi sono fissati sopra l'elettrodo della camera di ionizzazione; più precisamente di una metà delle particelle.

Altre difficoltà comuni a tutti i metodi di misura qui considerati risiedono poi nel fatto che le quantità di sostanza radioattiva da misurare sono in generale piccole e che lo spazio dove sta la camera di ionizzazione, piuttosto grande, è percorso in ogni senso da radiazioni beta e gamma e penetranti provenienti dalle sostanze radioattive del suolo e dell'aria circostante e dalla radiazione cosmica le quali ionizzano per conto loro l'aria contenuta nella camera di ionizzazione provocando un aumento della corrente che si misura; di questa azione considerevole occorre conoscere l'entità e seguirne le va-

riazioni verificantesi durante la misura, e ciò per poter risalire all'effetto puro di ionizzazione dovuto alla radioattività che si vuol misurare. Occorre perciò valutare la cosiddetta *perdita naturale della camera di ionizzazione*.

Nella misura diretta di piccole radioattività è quando non si comprime l'aria nella camera di ionizzazione si raggiunge lo scopo usando il cosiddetto *metodo della doppia camera*; al recipiente nel quale si trova l'aria da esaminare si collega un secondo recipiente di forma identica ma contenente aria pulita, cioè non attiva; le pareti dei due recipienti sono elettricamente isolate e caricate con potenziali di segno opposto; gli elettrodi delle due camere sono in connessione metallica tra loro e con l'equipaggio dell'elettrometro. La figura 1 rappresenta schematicamente il dispositivo.

Anche nelle misure indirette (metodi di Gerdien e di Aliverti) serve un elettrometro di piccola capacità e a campo ausiliario, per esempio quello a filo di Lutz-Edelmann, e la camera di ionizzazione ha la parete isolata e mantenuta a potenziale elevato (300-400 V). L'elettrodo attivato e da esaminare è in connessione metallica col filo dell'elettrometro (v. fig. 2) e questo è abitualmente tenuto in connessione metallica col suolo; soltanto durante la misura il filo viene isolato da terra e perciò la variazione di potenziale all'elettrometro si misura sempre a partire dal potenziale zero. La determinazione della perdita naturale della camera di ionizzazione assume importanza particolare nel metodo Aliverti perché con tale metodo occorre determinare la curva di disattivazione dell'elettrodo e non soltanto un punto di essa come con il metodo di Gerdien. Le operazioni che si devono compiere per giungere alla determinazione di quella curva sono le seguenti:

- 1) Verifica dell'attività propria dell'elettrodo sul quale si raccoglierà il deposito attivo; più propriamente si può dire verifica della pulizia dell'elettrodo in quanto esso è costituito da materiale non attivo o pochissimo attivo; contemporanea verifica di un elettrodo che diremo « testimone » e che resterà immutato durante tutta la misura. Eventualmente verifica di un terzo elettrodo per la taratura dell'apparecchio di raccolta.

- 2) Attivazione dell'elettrodo nell'apparecchio di raccolta.

- 3) Esame dell'elettrodo attivato e contemporaneo controllo dell'attività naturale della camera con l'elettrodo testimone.

Per illustrare più chiaramente il procedimento riporto il proto-

collo completo di una delle misure di radioattività eseguite recentemente presso l'Osservatorio Geofisico dell'I.N.G. in Pavia con l'apparecchio Aliverti.

Esperienza n. 10.

Pavia, 26 settembre 1946

- verificata la tensione applicata alla parete della camera (330 V);
- verificata la sensibilità dell'elettrometro: 1 div.=0,1 V;
- pulito gli elettrodi 3 e 4 con carta smeriglio 00;
- tenuta della camera di ionizzazione:

ore	div.	elettrodo	caduta di potenziale V/2min
16 08	1,0	n. 6	0,57
09	3,9		
10	6,7		
11	1,1	n. 3	0,62
12	4,3		
13	7,3		
14	1,0	n. 4	0,58
15	4,0		
16	6,8		
17	0,6	n. 6	0,59
18	3,4		
19	6,5		
20	1,0	n. 3	0,60
21	4,0		
22	7,0		
23	1,0	n. 4	0,62
24	4,1		
25	7,2		
26	0,7	n. 6	0,58
27	3,6		
28	6,5		

— riassunto della misura di tenuta:

l'elettrodo n. 6 (testimone) perde 0,58 V ogni due minuti,
 » n. 3 (da attivare) » 0,61 » » » »
 » n. 4 (da attivare) » 0,60 » » » »

— *raccolta degli atomi attivi:*

inizio: 16^h 39^m lettura iniziale all'anemometro div. $n_0=0,5$

fine: 17 04 » » » » $n_0=350$

durata della raccolta: 25^m

velocità dell'aria effluita durante l'esperienza:

$$v = 0,36 + 0,088 \frac{349,5}{25} = 1,228 \text{ litri/sec}$$

— *esame degli elettrodi attivati:*

ora	div. lette	elettrodo	V/2min		V/min
17 06	2,1	n. 3	1,54	1,54—	0,46
07	10,0			0,62	
08	17,5			0,92	
09	1,8	n. 4	0,94	0,94—	0,165
10	6,3			0,61	
11	11,2			0,33	
12	1,2	n. 6	0,59		
13	4,2				
14	7,1				
15	2,7	n. 3	1,43	1,43—	0,425
16	9,7			0,58	
17	17,0			0,85	
18	4,0	n. 4	0,89	0,89—	0,160
19	8,2			0,57	
20	12,9			0,32	
21	3,0	n. 6	0,52		
22	5,4				
23	8,2				
24	4,7	n. 3	1,33	1,33—	0,385
25	11,5			0,56	
26	18,0			0,77	
27	3,5	n. 4	0,90	0,90—	0,175
28	8,2			0,55	
29	12,5			0,35	

ora	div. lette	elettrodo	V/2min		V/min
30	3,2	n. 6	0,55		
31	6,0				
32	8,7				
33	4,3	n. 3	1,27	1,27—	0,335
34	10,6			0,60	
35	17,0			0,67	
36	3,5	n. 4	0,85	0,85—	0,130
37	7,8			0,59	
38	12,0			0,26	
39	3,1	n. 6	0,59		
40	6,0				
41	9,0				
42	3,5	n. 3	1,16	1,16—	0,280
43	9,5			0,60	
44	15,1			0,56	
45	3,0	n. 4	0,80	0,80—	0,105
46	6,9			0,59	
47	11,0			0,21	
48	2,8	n. 6	0,55		
49	5,4				
50	8,3				
51	3,9	n. 3	1,12	1,12—	0,265
52	9,5			0,59	
53	15,1			0,53	
54	3,0	n. 4	0,82	0,82—	0,120
55	7,1			0,58	
56	11,2			0,24	
57	2,8	n. 6	0,58		
58	5,5				
59	8,6				

ora	div. lette	elettrodo	V/2min		V/min
18 00	3,1	n. 3	1,01	0,58	
01	8,8			1,01—	
02	13,2			0,43	
03	3,0	n. 4	0,68	0,68—	0,215
04	6,4			0,57	
05	9,8			0,11	
06	2,7	n. 6	0,52		0,055
07	5,2				
08	7,9				
09	3,1	n. 3	0,92	0,92—	0,170
10	8,0			0,58	
11	12,3			0,34	
12	3,0	n. 4	0,74	0,74—	0,085
13	7,1			0,57	
14	10,4			0,17	
15	2,5	n. 6	0,58		
16	5,5				
17	8,3				

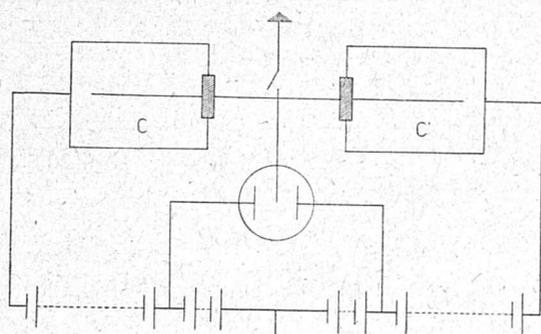


Fig. 1

La misura all'elettrometro avviene così: prefissato il minuto in cui si comincerà ad osservare si introduce l'elettrodo nella camera e 15-20 secondi prima del minuto si isola il contatto di terra; al minuto esatto, per es. 16^h08^m (v. tenuta) si osserva la posizione del

filo dell'elettrometro sulla scala e la si scrive accanto all'ora corrispondente come nella tabella precedente; al minuto successivo 09 si torna ad osservare ed a scrivere, così pure al minuto 10 e a questo punto, scritto

il numero si rimette il contatto di terra, si apre la camera, si toglie l'elettrodo n. 6 e lo si sostituisce con il n. 3 e si procede come prima, isolando l'equipaggio elettrometrico 15-20 secondi prima del minuto 11 ed eseguendo le letture ad ogni minuto 11, 12, 13; al minuto 13, eseguita la lettura si inserisce il contatto di terra, si sostituisce l'elettrodo n. 3 con il n. 4 e si ripete l'operazione ora descritta. Si continua, come è indicato nella tabella, alternando gli elettrodi.

Constatato che la perdita dei vari elettrodi è regolare si esegue l'esperienza di raccolta come indicato nel precedente protocollo a pagina 4 usando due tubi collettori consecutivi; finita l'attivazione si prelevano gli elettrodi e se ne incomincia l'esame nella camera di ionizzazione alternandoveli fra loro e con l'elettrodo testimone. Gli elettrodi attivati vanno maneggiati con delicatezza per evitare che si stacchi da essi parte del deposito attivo e quindi, quando non stanno nella camera di ionizzazione, si appoggiano a un sostegno apposito di legno avente dei fori sufficientemente distanziati fra loro nei quali si infilano i gambi degli elettrodi.

Le prime tre colonne delle precedenti tabelle contengono i dati che si ottengono durante la misura di tenuta e durante quella di disattivazione; i numeri delle altre colonne si deducono da quelli osservati; l'ultima colonna contiene i dV/dt necessari per il calcolo del numero di atomi di emanazione di radio (e di torio, se del caso) contenuti per cm^3 nell'aria esaminata.

A proposito della correzione dovuta alla perdita naturale bisogna notare che si tien conto dei valori relativi di perdita ottenuti per i tre elettrodi nella misura preventiva di tenuta e della perdita dell'elettrodo testimone durante la serie di misure con gli elettrodi attivati. Eccettuato il punto iniziale, per i successivi si procede così: si fa la media delle perdite naturali dell'elettrodo testimone che comprendono il punto in questione, per es. all'istante $17^{\text{h}}13^{\text{m}}$ l'elettrodo n. 6 perde 0,59 V in due minuti, all'istante $17^{\text{h}}22^{\text{m}}$ perde 0,52; nell'intervallo compreso fra il 13mo e il 22mo minuto perde in media 0,55 e allora al n. 3 si applica la correzione $-(0,55 + 0,03) = -0,58$; al n. 4 analogamente la correzione $-0,57$; e ciò perché rispettivamente durante la tenuta l'elettrodo 3 perdeva 0,03 in più del n. 6 e il n. 4 ne perdeva 0,02 pure in più. Seguendo il criterio ora illustrato si correggono tutte le determinazioni eseguite e si ottengono appunto i numeri scritti nell'ultima colonna che si usano per descrivere la curva di disattivazione dei due elettrodi (fig. 3).

La perdita naturale della camera di ionizzazione dipende, come s'è detto, da diversi fattori: in modo particolarmente sensibile dalla radioattività dell'aria ambiente, poi dalla radioattività delle pareti della stanza ove è installata la camera, dalla radiazione cosmica e da ogni altra causa ionizzante eventualmente agente in prossimità della camera. Quindi essa può essere diversa da una giornata all'altra e così anche da un posto all'altro dove si fanno le misure. Ciò si vede bene considerando i valori della perdita naturale osservati durante serie di misure eseguite da me sempre con lo stesso dispositivo, per esempio a Pavia, a Cortina d'Ampezzo, a Torino; essa oscilla entro i seguenti limiti:

Pavia	da 0,36 fino a 0,68 V ogni due minuti
Cortina	» 0,17 » » 0,62 » » » »
Torino	» 0,80 » » 1,20 » » » »

D'altra parte il contenuto medio in radon per l'aria delle tre località considerate risulta per i periodi suddetti:

Pavia	4,0 atomi di radon per cm ³
Cortina	2,4 » » » » »
Torino	7,4 » » » » »

La perdita naturale è quindi davvero in modo sensibile determinata dalla radioattività dell'aria e, come questa, mutevole con le vicende meteorologiche e le condizioni di ambiente.

La perdita naturale varia anche durante una singola misura, co-

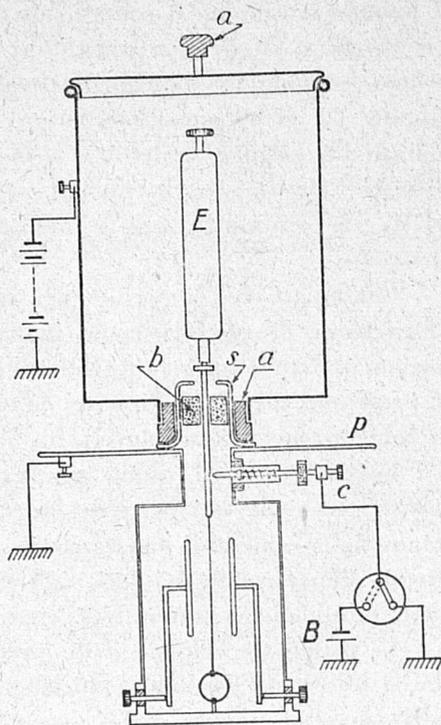


Fig. 2

B=pila per taratura elettrometro; *E*=elettrodo; *a*=ebanite; *b*=ambra; *c*=contatto di terra; *p*=piatto metallico; *s*=schermo metallico a terra.

me si vede dal protocollo riportato prima; queste variazioni, se tutto va bene, non sono grandi, dell'ordine del 5%.

Quando qualcuna delle pile che danno la tensione alla parete o il campo dell'elettrometro non è più in buone condizioni, il filo dell'elettrometro diventa instabile e allora occorre individuare ed eliminare la pila guasta; per questa ragione non si possono usare blocchi di pile altrimenti si sarebbe costretti a sostituire tutto il blocco.

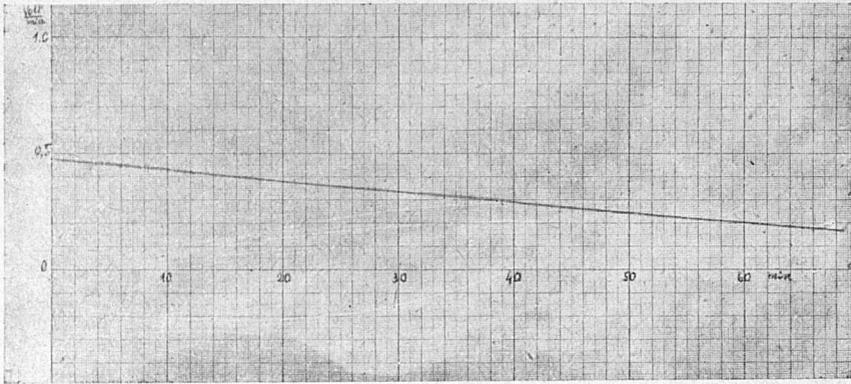


Fig. 3

In buone condizioni devono sempre essere anche i contatti degli interruttori a mercurio.

Anche la presenza di qualche pelucco in prossimità degli isolanti può dare disturbo; pertanto è necessaria la massima pulizia e bisogna anche fare attenzione che non si installino ragni in prossimità della camera di ionizzazione. E' necessario infine non fumare nella stanza ove si trova il dispositivo di misura.

La rappresentazione grafica dei risultati e la descrizione della curva che meglio li rappresenta serve bene ad eliminare l'influenza delle oscillazioni di Schweidler con le quali si ha sempre a che fare in queste misure. Dalla curva si deducono i valori finali da introdurre nel calcolo del numero di atomi delle emanazioni presenti nell'aria esaminata; questo calcolo è già stato illustrato nei suoi particolari in pubblicazioni precedenti e perciò non è il caso di soffermarvisi qui.

Se la taratura dell'apparecchio è già stata eseguita basta l'attivazione di un solo elettrodo e allora le misure di tenuta e di disattivazione diventano più semplici perché si alternano nella camera sol-

tanto il testimone e l'elettrodo n. 3; i punti della curva di disattivazione risultano più fitti e la curva si traccia più facilmente.

Nel metodo di Gerdien non si usa descrivere un lungo tratto della curva di disattivazione, ma soltanto alcuni punti per trovare, estrapolando, l'attività all'istante zero della disattivazione. La camera di ionizzazione è del tipo di quella ora descritta per il mio metodo.

Istituto Nazionale di Geofisica — Osserv. di Pavia — maggio 1947.

RIASSUNTO

Si descrive dettagliatamente la tecnica delle misure indirette di contenuto di radon dell'aria atmosferica e si dà un protocollo completo di una di tali misure eseguita con il metodo Aliverti.