

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

dividendo i due membri della (4) per $dP_1 \wedge \delta P_1 \times N_1$ e $dP \wedge \delta P \times N$, e trascurando l'infinitesimo superiore del secondo membro, si ottiene

$$\frac{dN_1 \wedge \delta N_1 \times N_1}{dP_1 \wedge \delta P_1 \times N_1} = \frac{dN \wedge \delta N \times N}{dP \wedge \delta P \times N},$$

cioè, per la (1),

$$\text{inv}_2 \sigma = \text{inv}_2 \sigma_1,$$

che dimostra il teorema di Gauss, perchè le curvature totali in P e P_1 sono appunto $\text{inv}_2 \sigma$ e $\text{inv}_2 \sigma_1$.

Fisica. — *Sulla presenza di torio nelle rocce.* Nota di G. A. BLANC, presentata dal Socio P. BLASERNA.

In una precedente mia Nota ⁽¹⁾ ho esposto come, dai risultati da me ottenuti nello studio dei prodotti radioattivi contenuti nell'atmosfera, io fossi stato condotto ad intraprendere delle ricerche allo scopo di mettere in evidenza la presenza del torio nei materiali costituenti il suolo del giardino circondante l'Istituto Fisico di Roma, e poi a fare una determinazione, se non altro approssimativa, della quantità di torio contenuta nell'unità di massa del suolo medesimo.

Ricorderò qui soltanto che coteste determinazioni, basate sulla misura della quantità di emanazione che per semplice diffusione si sprigiona da una determinata area del terreno, mi condussero alla conclusione che ogni grammo di questo terreno doveva contenere almeno $\text{gr. } 1,45 \times 10^{-5}$ di torio.

Alla fine della suddetta Nota annunziavo essere in corso delle ricerche aventi per iscopo di determinare con un metodo assai più preciso le quantità di torio contenute in un certo numero di rocce di diversa natura e provenienza, e ciò a fine di stabilire se questo elemento dovesse essere considerato come un fattore importante o trascurabile della radioattività della crosta terrestre.

È da notarsi che, mentre si è sempre, fino ad ora, preso in considerazione il problema della presenza del radio nella crosta terrestre, e che sono state fatte ricerche accuratissime per determinare le quantità di radio contenute in un gran numero di rocce, nessuno, che io sappia, si è proposto il problema di stabilire quale parte abbia il torio nella radioattività del globo.

⁽¹⁾ Rendic. Acc. Lincei, XVII, pag. 101, 1908.

Ciò premesso passo a descrivere il procedimento da me seguito in questa ricerca, facendo notare che i presenti risultati sono destinati ad essere seguiti da altri, che spero di ottenere presto, trattando un maggior numero di esemplari di rocce.

Trattandosi in queste ricerche di mettere in evidenza la presenza di tracce minime di materia radioattiva, la difficoltà principale consiste nel mettersi assolutamente al riparo dagli errori che possono nascere per la presenza accidentale di tracce di sostanze radioattive sia nei prodotti chimici, sia nei recipienti e negli apparecchi che in tali ricerche vengono adoperati.

A fine di ovviare ad ogni possibile dubbio che potesse sorgere in proposito, credo opportuno di esporre tutte le precauzioni da me prese perchè simili inconvenienti non avessero in alcun modo a verificarsi.

Anzitutto il locale nel quale venne eseguito il trattamento chimico non presentava alcun pericolo di contaminazione per parte di sostanze radioattive, nè erano stati mai introdotti in esso sali di torio, nemmeno sotto forma di reticelle per l'incandescenza a gas ⁽¹⁾. Inoltre i recipienti e gli apparecchi adoperati erano nuovi, e con essi vennero eseguite prove preliminari per accertare che i reagenti adoperati, vale a dire il carbonato di potassio e di sodio, gli acidi cloridrico e solforico e l'ammoniaca fossero privi di tracce apprezzabili di attività di tipo di torio.

Finalmente, i campioni di rocce destinati alle indagini venivano tolti in seno a blocchi più grossi, in modo da presentare delle facce di rottura fresche su tutta la loro superficie.

Il procedimento chimico seguito è stato il seguente: Un determinato peso di ciascun campione di roccia, ridotta in polvere finissima, veniva fuso a lungo in capsula di platino con un miscuglio di carbonati di sodio e di potassio, e la massa risultante da tale fusione veniva sciolta in molta acqua distillata: dopo filtrazione, la parte insolubile in acqua veniva trattata con acido cloridrico, e alla soluzione corrispondente, dopo separazione della silice gelatinosa per filtrazione, veniva aggiunta una quantità di acido solforico sufficiente a provocare la precipitazione della totalità dei solfati insolubili (e quindi del radio), i quali alla loro volta venivano separati mediante filtrazione.

Ciò fatto, alla soluzione veniva aggiunta dell'ammoniaca fino a completa precipitazione degli idrossidi, i quali, raccolti su di un filtro, venivano essiccati e ridotti in polvere finissima.

⁽¹⁾ Questo lavoro venne eseguito nel Laboratorio Chimico Municipale di Chambéry, al cui direttore, prof. Hollande, tengo a esprimere qui nuovamente la mia viva gratitudine per l'ospitalità concessami.

Esaminati all'elettrometro, questi idrati presentavano una attività la quale andava gradualmente crescendo per qualche settimana.

Ora poteva nascere il sospetto che l'attività riscontrata potesse provenire dalla presenza di qualche elemento radioattivo non appartenente alla famiglia dei prodotti di trasformazione del torio. Era prudente dunque, benchè i procedimenti chimici seguiti nella ricerca fossero tali da escludere la presenza di quantità apprezzabili di radio, di assicurarsi in modo diretto dell'assenza di questo corpo.

Benchè tale verifica sia stata fatta in ultimo luogo, vale a dire dopo che erano state compiute le misure che descriverò in appresso, purtuttavia credo opportuno parlarne ora. I campioni d'idrossidi riscontrati attivi vennero sciolti in acido cloridrico diluito, e la soluzione unica così ottenuta venne lasciata a sè per quindici giorni circa entro una boccia di Wulf ermeticamente chiusa; indi venne fatta gorgogliare dell'aria attraverso alla soluzione, e quest'aria dopo essere rimasta per un certo tempo in un secondo recipiente, per permettere all'emanazione torica di disintegrarsi totalmente, ed essere stata filtrata attraverso dell'ovatta per eliminare ogni traccia di prodotti di trasformazione dell'emanazione stessa, venne introdotta in un elettroscopio a cassa metallica, appositamente costruito, e la cui perdita di carica con aria della stanza era stata determinata in precedenza. Eseguite tali determinazioni venne preparata una soluzione campione contenente gr. 5×10^{-9} di radio, che venne lasciata a sè per due giorni chiusa nella boccia di Wulf: fattavi gorgogliare dell'aria, ed introdotta quest'aria nella cassa dell'elettroscopio, vennero eseguite nuove determinazioni della perdita di carica.

Le medie dei tempi impiegati dalla fogliolina d'alluminio dell'elettroscopio per percorrere una medesima divisione della scala micrometrica, sono riportate nella seguente tabella:

Con aria della stanza	Con aria gorgogliata nella soluzione degli idrossidi	Con aria gorgogliata nella soluz. di gr. 5×10^{-9} di Ra.
22 ^m 34 ^s	22 ^m 37 ^s	3 ^m 1 ^s

Siccome la quantità complessiva degli idrossidi provenienti dai campioni di rocce era di circa 500 gr., la presenza in essi di gr. 10^{-11} di radio per grammo avrebbe prodotto un'azione all'incirca uguale a quella prodotta dai 5×10^{-9} gr. di radio della soluzione campione.

D'altra parte, come vedremo in seguito, l'attività presentata dagli idrossidi da me separati corrisponde appunto a quella che produrrebbe la presenza in essi di quantità di radio superiori a 10^{-11} gr. per grammo, per cui, data la sensibilità del metodo adoperato per questa verifica si può concludere che il radio non ha parte in misura sensibile nell'attività degli idrossidi suddetti.

Esclusa la possibilità della presenza di tracce di radio le quali abbiano potuto avere un'azione sensibile, rimane da stabilire se l'attività osservata sia effettivamente dovuta a torio. Ora, benchè io non possa affermare in modo assoluto l'assenza di tracce di altri corpi radioattivi, credo di poter dire che l'azione radioattiva osservata negli idrossidi da me separati è dovuta, se non esclusivamente, almeno in massima parte ai prodotti della famiglia del torio.

Ho potuto difatti ottenere con cotesti idrati dei fenomeni di radioattività indotta sensibili, adoperando all'uopo un elettroscopio destinato allo studio della ionizzazione spontanea, dell'aria nei recipienti chiusi e l'andamento del processo di disattivazione è stato simile a quello dell'attività indotta del torio, senza che, d'altra parte, mi sia stato possibile osservare una maggiore rapidità iniziale della disattivazione stessa, quale si sarebbe dovuta avere nel caso fossero stati presenti in misura sensibile prodotti di trasformazione dell'attinio.

Rimarrebbe, se mai, da chiedersi quale parte abbiano potuto avere nelle mie esperienze le quantità di uranio che, secondo la teoria di Rutherford, così esattamente confermata da Boltwood, devono nelle rocce esistere in corrispondenza alla quantità di radio presente. Ora il procedimento chimico seguito in questa ricerca doveva far escludere la presenza dell'uranio negli idrati, inquanto che il carbonato d'ossido d'uranio formatosi durante la fusione coi carbonati alcalini è assai facilmente solubile nelle soluzioni stesse, anche diluite, di questi carbonati, e doveva perciò essere passato nella soluzione alcalina.

Inoltre delle esperienze da me fatte in proposito, aggiungendo ai miei idrossidi delle quantità note d'uranio, mi hanno mostrato che le quantità di questo metallo che dovrebbero esistere in essi per produrre gli effetti da me osservati sono assai maggiori delle quantità che dal valore del rapporto $\frac{\text{uranio}}{\text{radio}}$ riscontrato da Rutherford e Boltwood si dovevano prevedere (1).

Vediamo ora quale era il procedimento seguito per determinare la proporzione di torio contenuta nei vari campioni di rocce.

Una determinata quantità degli idrossidi, di cui sopra, veniva introdotta nella cassa di un elettroscopio a foglia d'alluminio, a chiusura ermetica, del tipo da me già descritto altra volta (2). Le misure, che erano ripetute

(1) L'effetto incomparabilmente minore prodotto dalla aggiunta di una determinata quantità di uranio agli idrati, a paragone dell'effetto osservato aggiungendo quantità dello stesso ordine d'idrato di torio, si spiega, del resto, malgrado che l'attività dell'uranio e del torio sia pressochè la medesima, pel fatto che dalla massa degli idrati contenenti il torio si sprigiona dell'emanazione, alla quale sono dovuti in gran parte gli effetti di ionizzazione osservati, mentre simile fenomeno non si verifica per l'uranio.

(2) Nuovo Cimento, luglio 1907.

varie volte, venivano incominciate dieci minuti dopo l'introduzione degli idrati nell'apparecchio, acciocchè l'emanazione avesse raggiunto l'equilibrio radioattivo.

Indi, agli idrati suddetti veniva intimamente mescolata una quantità nota di idrossido di torio, ottenuto dal nitrato chimicamente puro della casa de Haen, preparato da vari mesi, e perciò in equilibrio radioattivo col torio X. Con questa miscela venivano ripetute le misure descritte ora, servendosi del medesimo elettroscopio.

Per mostrare la serie di misure e di calcoli fatti per ogni campione di roccia basterà che io riporti per disteso i dati riguardanti una delle determinazioni.

Sienite della Cava di Bagni (Biella). La quantità di roccia trattata era di 250 grammi, i quali hanno fornito gr. 195 d'idrossidi. Di questi, 60 gr. vennero introdotti nell'elettroscopio: il tempo impiegato dalla fogliolina per cadere di una divisione risultò di 303^s; ai 60 gr. d'idrossidi vennero intimamente mescolati 0,01 gr. d'idrossido di torio: il tempo di caduta della fogliolina per divisione risultò ora di 126^s. La caduta a vuoto era di 1 divisione in 1440^s. Fatta la debita correzione per tale perdita di carica a vuoto, la quantità di idrossido di torio contenuta originariamente nei 60 gr. di idrossidi risultava 2,8 volte minore di quella esistentevi dopo l'aggiunta di 0,01 gr. della stessa sostanza, per cui risultava che la quantità di idrossido di torio originariamente contenuta nei 60 gr. di idrossidi era di gr. 0,00555, ossia di gr. 0,0000925 per grammo. Ma gr. 0,0000925 di idrossido di torio, assumendo per questo composto la formola $\text{Th}(\text{OH})_2$, contengono gr. 0,0000807 di torio.

D'altra parte ricordando che gr. 250 di roccia hanno fornito gr. 195 di idrossidi, si ricava che ogni grammo di roccia deve contenere gr. 0,0000630 di torio.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati da me ottenuti applicando cotesto procedimento:

Natura della roccia	Provenienza	Quant. di Th in gr. per gr.
Sienite	La Balma (Biella)	$8,28 \times 10^{-6}$
Sienite	Bagni (Biella)	$6,30 \times 10^{-6}$
Granito	Baveno (Lago Magg.)	$3,14 \times 10^{-6}$
Granito	Vosgi (Francia)	$2,07 \times 10^{-6}$
Protogino	Beaufort (Savoia)	quantità non apprezzabile

È interessante notare come le quantità di torio riscontrate in quattro sui cinque campioni di rocce granitiche da me esaminati siano dell'ordine di

grandezza della cifra $1,45 \times 10^{-5}$ da me dedotta, con metodo assolutamente diverso, per la proporzione di torio contenuta nel suolo di Roma.

Farò finalmente notare che secondo i recenti lavori di Pegram⁽¹⁾, l'energia liberata nell'unità di tempo, dal torio in equilibrio radioattivo coi suoi successivi prodotti di trasformazione, deve essere considerata come 3000000 di volte circa più piccola della quantità di energia liberata da un' uguale massa di radio, anch'essa in equilibrio radioattivo coi suoi prodotti successivi. Ma in tal caso è chiaro che le quantità di energia liberate dal torio contenuto in ogni grammo delle singole rocce da me esaminate (se si eccettua il campione di protogino di Beaufort) dovrebbero essere dell'ordine delle quantità di energia liberate da 10^{-11} gr. di radio. Ora l'ordine di grandezza delle quantità di radio riscontrate da Strutt per grammo di roccia nel gran numero di esemplari da lui esaminati è di 10^{-12} gr. per grammo: i risultati da me ora ottenuti, e che è mia speranza poter presto ampliare coll'esame di altre rocce, confermano la supposizione, da me già altre volte formulata⁽²⁾, che cioè il torio debba essere considerato come un agente d'importanza pari se non superiore a quella del radio, nella radioattività della crosta terrestre.

Fisica. — Sopra alcune proprietà elettriche del selenio⁽³⁾. Nota del dott. VITTORIO CHIARINI, presentata dal Socio A. RIGHI.

1. Quando i vapori di selenio si depositano sopra una superficie fredda, danno luogo a prodotti che assumono due aspetti diversi, secondochè vengano raccolti entro la capsula in cui bolle il selenio puro, o fuori di essa. Nel primo caso formano uno strato di color nero, a struttura finamente granulosa, inalterabile all'aria; mentre nel secondo danno cristallini che, uniti dapprima in corte barbe, si cambiano poi, per deliquescenza, in una poltiglia che asciugandosi produce una incrostazione rossastra di spessore uniforme. Questi due prodotti che, con tutta probabilità, corrispondono a gradi diversi di ossidazione del selenio che evapora in presenza dell'aria, hanno conduttività elettrolitica; e se vengono interposti fra due metalli, formano una coppia voltaica, come se al posto del selenio vi fosse acqua. Hanno adunque comportamento analogo a quello riscontrato dal prof. Righi su strati di selenio trasformato⁽⁴⁾.

Praticamente, per avere una coppia a prodotti di selenio sublimato, si appoggerà un disco metallico sulla faccia di un altro disco rivestita di una di quelle due sostanze: la « nera » o la « rossa ».

(1) *Le Radium*, V, pag. 271, 1908.

(2) *Nuovo Cimento*, XIV, ottobre 1907, *Le Radium*, dicembre 1907.

(3) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Bologna nel marzo del 1907.

(4) Righi, *Sulla forza elettromotrice del selenio*. Padova, 1888.