

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIV.

1907

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVI.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1907

Fisica. — *Sulla radioattività delle lave del Vesuvio* ⁽¹⁾. Nota di O. SCARPA, presentata dal Corrispondente M. CANTONE.

1. Fra le poche misure della radioattività delle lave e dei prodotti vulcanici posplocenici, sono anzitutto da notare quelle di Elster e Geitel ⁽²⁾, specialmente interessanti poichè mostrarono attivissime le terre superficiali di Capri ⁽³⁾, provenienti in gran parte dalle eruzioni dei Flegrei.

Gli A. usando 125 gr. di sostanza osservarono le seguenti dispersioni:

Solfato di uranile e potassio	3600 volt all'ora
Cenere vulcanica di Ischia	11,4 "
" " dell'Etna	2,0 "
Lapilli dell'Etna	1,1 "
Lava di Nicolosi (Etna).	2,7 "
Terre arabili di Capri	26,8 "
Argille superficiali di Capri	101,8 "
Pozzolana di Capri	23,3 "

Il prof. Sella e il dott. Martinelli ⁽⁴⁾ studiarono i prodotti vulcanici della Campagna romana; operando con 20 gr. di sostanza essi trovarono le dispersioni:

Nitrato di uranile	2400 volt in 15'
Pozzolane dei pressi di Roma	1 a 3 "
Tufi	1 a 3 "
Lave.	0,7 a 1,4 "

I prodotti dell'Etna furono specialmente studiati dal dott. Trovato Castorina ⁽⁵⁾ che in due serie di misure ottenne in unità empiriche:

I.

Terra arabile di Capri ⁽⁶⁾	4,31	g. 125	
REGIONE ETNEA	{ Argille. Pozzolane. Sabbie. Lave	1,8	"
		1,6 a 3,6	"
		1 a 2	"
		1 a 1,2	"

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto di fisica tecnica della R. Scuola superiore politecnica di Napoli.

⁽²⁾ Phys. Z. 5, 1904.

⁽³⁾ Il Giesel, Phys. Z. 1905, operando su 40 kg. di terra di Capri, ha potuto estrarre una sostanza del peso di 0,15 g. che dava all'elettroscopio di E. e G. la dispersione di 192000 volt all'ora.

⁽⁴⁾ Rendiconti R. Acc. Lincei, 1904, due Note.

⁽⁵⁾ Atti Acc. Gioenia, Catania, LXXXIV e LXXXVI, 1905.

⁽⁶⁾ Questa è la stessa terra arabile studiata da Elster e Geitel.

II.

Terra arabile di Capri.	26,5
REGIONE ETNEA	{ Lave 5 a 10 Tufi 5 a 20 Pomici, scorie e lapilli 0 a 8 Argille 10 a 23

Il sig. Tommasina ⁽¹⁾ esaminò i prodotti della eruzione del Vesuvio del 1904; ma disgraziatamente egli non dà le caratteristiche dei suoi strumenti, e nemmeno riporta esperienze eseguite con sostanze di nota radioattività.

I prodotti della eruzione vesuviana dell'aprile di questo anno furono studiati dal sig. Becker ⁽²⁾ e dal prof. Nasini ⁽³⁾ che pur esaminò numerose lave più antiche; ma il Becker, che usò un elettroscopio di Curie, operò con quantità molto variabili in peso, e talvolta con sostanze persino non polverizzate.

Ecco alcuni dei suoi risultati:

Sostanza	Corrente di saturazione riferita a 1 g. di sostanza
Solfato di uranile e potassio (g. 3,2).	338.10 ⁻¹⁵ Amp.
Cenere 8/9 aprile raccolta a Ischia (g. 14). . . .	0,076 "
" 10/11 " " " (g. 29).	0,065 "
Lava (Torre Annunziata) (g. 80)	0,057 "
" " " (g. 68)	0,045 "
" " " (g. 38)	0,064 "

Il prof. Nasini operò invece col metodo di E. e G. su 125 g. di sostanza polverizzata e asciutta; e misurò le correnti di saturazione, che in parte ho ricalcolate riferendole a un g. della sostanza.

Uranio metallico ⁽⁴⁾	376.10 ⁻¹⁵ Amp.
Sabbie e lapilli dell'eruzione aprile 1906 ⁽⁵⁾ . .	da 0,14 "
	a 0,27 "
Blocchi e lave rigettate ora dal cratere.	(< 0,036.10 ⁻¹⁵ Amp.)
Lave della presente eruzione	"
Lave, sabbie e lapilli del 1872	da 0,08.10 ⁻¹⁵ Amp.
	a 0,10 "

⁽¹⁾ Phys. Z. 6, 1905.

⁽²⁾ Annalen der Physik, 20, 3, 1906.

⁽³⁾ Nasini e Levi, Atti R. Acc. Lincei, ottobre 1906.

⁽⁴⁾ Da una misura su 5 g.

⁽⁵⁾ Due fra le ultime ceneri diedero rispettivamente 0,11.10⁻¹⁵ e 0,068.10⁻¹⁵ Amp.

Lave di eruzioni precedenti (1631-1767-1858-1868-1895-1899).	da 0,08.10 ⁻¹⁵ Amp.	
	da 0,038	"
	a 0,18	"
Prodotti antichi del Somma e del Vesuvio.	da 0,07	"
	a 0,08	"
Tufi di Ercolano e di S. Domenico (Somma)	da 0,63	"
	a 0,40	"

Il prof. Nasini quindi conclude facendo osservare la inattività delle lave attuali, che contrasta con quella dei prodotti antichi, e specialmente con quella delle ceneri e dei lapilli della presente eruzione: i quali però (come è ben noto) provengono per la massima parte da prodotti di eruzioni precedenti accumulati nel condotto del vulcano.

2. Io ho sperimentato, negli scorsi mesi di maggio e di agosto, con parecchi campioni di ceneri, di lapilli e lave della eruzione dell'aprile 1906 e con qualcuno di quella del settembre 1904 che, secondo i vulcanologi, fa pur parte del ciclo eruttivo ora chiuso.

Le ceneri furono raccolte sul Vesuvio e a Napoli, quelle sul Vesuvio le raccolse il prof. Mercalli su un tavolo di marmo nell'orto dell'albergo « L'eremo » nella escursione che il 13 aprile u. s. (cioè mentre durava la violenta fase vulcaniana della eruzione) abbiamo compiuta spingendoci fin presso alla stazione inferiore della funicolare cioè alle falde del gran cono.

Là abbiamo incontrati i residui della enorme frana che ne distrusse quattro giorni prima il fabbricato, e questi mi fornirono campioni di lava coeva e di grossi lapilli.

Le altre lave le raccolsi io pure a Torre Annunziata, a Bosco tre Case e altrove, quella tolta dalla bocca inferiore di Bosco Cognoli la devo alla cortesia del dott. T. Viglino.

I prodotti della eruzione del 1904 furono invece raccolti dal prof. R. Matteucci che li donò anni or sono a questo Istituto di Fisica tecnica.

Per le esperienze ho usato un elettrometro a induzione (1) costituito da due dischi di ottone, paralleli e coassiali e disposti in piani verticali, fra i quali pende un dischetto di alluminio (l'ago) che è sospeso nel punto mediano del sistema con un bifilare di bozzolo.

Posi la cassa e uno dei dischi a terra, l'altro lo unii invece al piatto isolato di un condensatore ad aria, di cui l'altro piatto (posto a terra) sostiene la sostanza (quasi sempre 100 g.) finemente polverizzata.

L'ago è disposto col suo piano a 45° su quello dei piatti, cosicchè le sue deviazioni, che osservai con scala e cannocchiale, sono proporzionali al quadrato della differenza di potenziale esistente fra i dischi.

(1) Prof. L. Lombardi, *Fenomeni di polarizzazione in un campo elettrostatico uniforme*. Memorie della R. Accademia di Torino, Serie II, 1895.

Caricai il sistema con la differenza di potenziale della rete stradale a 220 volt, e osservai le perdite di carica, con e senza la sostanza, nell'intervallo di un'ora partendo sempre dalla stessa deviazione iniziale (corrispondente a 210 volt).

Se C indica la capacità del sistema (piatti e elettrometro) nel quale il potenziale diminuisce di dv nel tempo dt , la corrente di scarica è data in ogni istante da

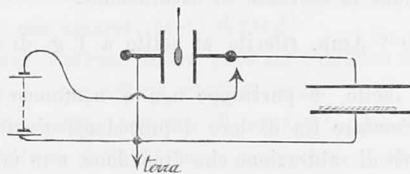
$$i = -C \frac{dv}{dt}.$$

e poichè si conviene di misurare la radioattività delle sostanze mediante le perdite di carica che in certi sistemi causano le loro radiazioni in un dato tempo, quando la corrente di scarica ha e mantiene il valor limite che si chiama *corrente di saturazione*, la precedente equazione integrata con la condizione $i = \text{costante}$, permette senz'altro di calcolare la corrente di scarica che è proporzionale alla detta perdita.

È questa corrente che io ho assunta come misura della radioattività, riferendola però all'unità di peso delle sostanze agenti.

I piatti del dispersore hanno 8.5 cm. di raggio, sono distanti 4,1 cm.; la capacità totale del sistema, nelle stesse condizioni delle esperienze è di $0,92 \cdot 10^{-11}$ Farad.

Il seguente schema dà un'idea della disposizione sperimentale.



I valori medi delle serie di osservazioni sono:

PRODOTTI DELL'ERUZIONE DI APRILE 1906.

Sabbia nericcia raccolta sul Vesuvio. Caduta il 4/5 aprile (1).	$i = 0,30 \cdot 10^{-15}$ Amp.
Sabbia rossiccia raccolta sul Vesuvio (strato intermedio).	0,13 "
Sabbia più chiara raccolta sul Vesuvio caduta il 1 1/2 aprile.	0,09 "
Sabbia nericcia raccolta a Napoli la notte del 4/5 aprile.	0,07 "
Sabbia rossiccia raccolta a Napoli i giorni 12 e 13 aprile.	0,06 (?) "

(1) Misura eseguita con 35 g. di sostanza.

Lava raccolta sulla bocca di Bosco Cognoli ai primi di maggio	$i = 0,30 \cdot 10^{-15}$ Amp.
	0,12 "
Lava raccolta a Torre Annunziata il 16 aprile	0,05 "
Lava raccolta sopra Boscotrecase il 16 aprile	0,04 (?) "
Lava coeva tolta da un blocco (bomba?) della frana vicino alla stazione inferiore della funicolare, il 13 aprile	0,06 "
Lapilli e scorie tolte dalla stessa frana il 13 aprile 1906	0,10 "
Lapilli raccolti a Ottaiano	0,15 "
Lapilli raccolti sulla vetta del Somma ai primi del giugno 1906 ⁽¹⁾	da 0,09 a 0,06

PRODOTTI DELL'ERUZIONE DEL SETTEMBRE 1904.

Sabbia	$0,18 \cdot 10^{-15}$ Amp.
Lava a corde	0,09 "
Lava scoriacea	0,26 "
Bomba di lava coeva	0,20 "

Ho anche sperimentato con dell'ossido verde di uranio (U_3O_8) che ho preparato arroventando l'uranato di ammonio in corrente di ossigeno ⁽²⁾; esso mi diede in media la corrente di saturazione:

$$i = 765 \cdot 10^{-15} \text{ Amp. riferita al solito a 1 g. di sostanza}$$

3. Non è però facile, e purtroppo non è nemmeno [possibile con un certo rigore, di confrontare fra di loro i precedenti risultati, poichè le dispersioni e le correnti di saturazione che dipendono, e in misura ignota, dallo spessore della sostanza cimentata (e probabilmente pur dalla forma del campo elettrostatico del sistema dispersore) furono misurate usando differenti quantità delle sostanze.

Così per i composti puri di uranio ricordo ad esempio che il prof. Nasini ottenne la corrente di saturazione $376 \cdot 10^{-15}$ Amp. riferita a 1 g. con dell'uranio, e il Becker ottenne $338 \cdot 10^{-15}$ Amp. riferita a 1 g. con il solfato di uranile e potassio ⁽³⁾; la signora Curie ⁽⁴⁾ ottenne invece $\frac{23}{7} = 3,3$ come rapporto delle loro radioattività, mentre il rapporto stesso calcolato in base alle quantità di uranio contenuto sarebbe 2,4! E, infatti, è noto quanto è

⁽¹⁾ Ne furono esaminati due campioni differenti.

⁽²⁾ Zimmermann, Liebig's Annalen, CCXXXII, 1886.

⁽³⁾ Essi ottennero rispettivamente $1880 \cdot 10^{-15}$ Amp. con 5 g. di uranio a $1080 \cdot 10^{-15}$ Amp. con 3,2 g. di solfato di uranile o potassio.

⁽⁴⁾ S. Curie, *Recherches sur les substances Radioactives*, Paris 1904, pag. 14.

grande l'assorbimento che i composti di uranio esercitano sulle loro radiazioni (1).

Un fenomeno simile avviene anche per le sostanze del tipo delle terre, per le quali sono da ricordare le ricerche che il prof. Vicentini compì nel suo accuratissimo studio sui materiali dei colli Euganei.

Da una tavola grafica esistente in una delle sue Note (2) io ho dedotto p. e. i seguenti valori:

FANGHI DI MONTEGROTTO.

Apparecchio di Elster e Geitel leggermente modificato (B)

Massa di fango g.	Spessore mm.	Dispersione volt per ora	Dispersione calcolata per 1 gr. di fango
1	—	5	5
10	1 (?)	13	1,3
50	3	45	0,9
100	5,5	78	0,78
150	8	105	0,70
550	30	209	0,38

E perciò come è possibile di confrontare rigorosamente i risultati di sperimentatori che usarono, anche per i campioni, qualità e quantità di materia tanto differenti e con spessori tanto diversi?

Ma è evidente (sebbene fin'ora pare sia sfuggito) che senza un confronto, almeno grossolano, i precedenti risultati hanno assai poco significato. Dovendo scegliere un unico termine di confronto, ho creduto conveniente di riferire la radioattività delle sostanze cimentate a quella dell'uranio, usufruendo perciò delle misure che i diversi autori hanno pur eseguito sui suoi composti; cosa possibile poichè essendo l'uranio un elemento radioattivo, si può (per analogia con i fenomeni studiati nei composti del radio) ammettere che la sua attività e quella dei suoi composti sia proprietà del suo atomo.

Quindi io ho eseguito il rapporto fra le dispersioni (o le correnti di saturazione) causate dai prodotti vulcanici, e quelle ipotetiche che sarebbero state invece causate da un egual peso di uranio. Ma mi affretto a ripetere che tali calcoli sono soltanto utili per dare un'idea dell'ordine di grandezza delle attività delle sostanze esaminate.

Eccone ad esempio alcuni:

Elster e Geitel trovarono i rapporti delle radioattività (misurate dalle dispersioni) di ceneri e lave e di eguali pesi di solfato di uranile e potassio

(1) S. Curie, *ibid.*, pag. 15.

(2) *Atti Istituto Veneto*, LXIV, 2, 1904-1905.

($\text{SO}_4, \text{UO}_2, \text{SO}_4, \text{K}_2, 2\text{H}_2\text{O}$) varianti da $\frac{1}{3600}$ a $\frac{10}{3600}$ arrivando per le terre di Capri fino a $\frac{100}{3600}$ circa. Gli stessi rapporti calcolati rispetto a eguali pesi di uranio diventano da $\frac{1.1}{10000}$ a $\frac{11}{10000}$ fino a $\frac{110}{10000}$.

E valori simili ottenne a quanto pare il Castorina per i prodotti dell'Etna.

Becker ottenne invece per eguali quantità di ceneri e lave del Vesuvio (ultima eruzione) e dello stesso sale, rapporti compresi fra $\frac{7}{33800}$ e $\frac{4}{33800}$ che calcolati rispetto all'uranio rispettivamente diventano: $\frac{1}{10000}$ e $\frac{0.5}{10000}$.

Il prof. Nasini confrontando le sostanze direttamente con dell'uranio ottenne dei risultati dai quali si possono calcolare per eguali quantità in peso i rapporti: per le sabbie e i lapilli della presente eruzione

$$\text{da } \frac{2.7}{3760} \text{ a } \frac{1.4}{3760} \text{ cioè da } \frac{7}{10000} \text{ a } \frac{3.7}{10000};$$

invece egli trovò le lave recenti inattive, cioè per esse un rapporto minore di $\frac{1}{10000}$, mentre per le lave delle precedenti eruzioni, i rapporti si aggirano intorno a $\frac{3}{10000}$.

Io, confrontando le ceneri e le lave della presente eruzione con l'ossido verde di uranio, ottenni per eguali quantità in peso rapporti compresi fra $\frac{3}{7650}$ e $\frac{0.5}{7650}$ che, calcolati rispetto all'uranio, diventano:

$$\text{da } \frac{3.3}{10000} \text{ a } \frac{0.5}{10000}.$$

Dalle esperienze del prof. Sella e del dott. Martinelli sui prodotti vulcanici della Campagna romana confrontati col nitrato di uranile ($(\text{NO}_3)_2 \text{UO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), si ottengono i rapporti da $\frac{3}{2400}$ a $\frac{1}{2400}$ che, ricalcolati rispetto all'uranio, danno da $\frac{9}{10000}$ a $\frac{3}{10000}$.

Ricapitolando si ha approssimativamente:

RADIOATTIVITÀ DEI PRODOTTI DELLA RECENTE ERUZIONE DEL VESUVIO.

- Becker (ceneri e lave) da 1.10^{-4} a $0.5.10^{-4}$ rispetto all'uranio
- Scarpa (ceneri, lapilli e lave) da $3.3.10^{-4}$ a $0.5.10^{-4}$ "
- Nasini (ceneri e lapilli) da 7.10^{-4} a $3.7.10^{-4}$ "
- " (lave) $< 1.10^{-4}$.

RADIOATTIVITÀ DI PRODOTTI VULCANICI DIVERSI.

Terre di Capri più attive (E. e G.)	$110 \cdot 10^{-4}$	rispetto all'uranio
Campagna romana (S. e M.)	da $9 \cdot 10^{-4}$ a $3 \cdot 10^{-4}$	"
Cenere vulcanica di Ischia (E. e G.)	$12 \cdot 10^{-4}$	"
Etna vecchie e recenti eruzioni (E. e G. e Castorina)	da $22 \cdot 10^{-4}$ a $1 \cdot 10^{-4}$	rispetto all'uranio.
Vesuvio precedenti eruzioni (Nasini)	$3 \cdot 10^{-4}$	rispetto all'uranio
" " " (Scarpa)	$2,5 \cdot 10^{-4}$.	"

Disposti così i risultati riesce evidente che:

1°) Salvo le terre eccezionali di Capri, *in generale questi prodotti vulcanici hanno radioattività comprese fra circa un millesimo e un mezzo decimillesimo di quella dell'uranio.*

2°) *Sembra confermata la maggiore attività dei prodotti delle vecchie eruzioni.*

È poi da osservare che la radioattività di questi prodotti vulcanici è superiore a quella che dovrebbe competere in media alle rocce superficiali per il radio che esse contengono.

Strutt infatti (1) e Eve (2) trovarono rispettivamente che ogni cm^3 della crosta superficiale della terra contiene in media $2,5 \cdot 10^{-12}$ e $1,06 \cdot 10^{-11}$ g. di radio.

Supponendo che la attività del radio sia circa 10^7 volte quella dell'uranio (3) ne viene che, in causa dell'assorbimento delle radiazioni esercitato dalla stessa sostanza (4), la radioattività media delle rocce superficiali sarebbe, per quanto riguarda il radio, certamente inferiore a un decimillesimo di quella dell'uranio.

Ma evidentemente non è possibile di dedurre dai risultati precedenti (come fece il Becker) la quantità di radio contenuta in ogni cm^3 delle lave o degli altri prodotti vulcanici; tanto più che siccome l'analisi rivela (specialmente per il Vesuvio) l'esistenza di un numero enorme di elementi, torna lecito il dubbio che pur varie sieno le sostanze radioattive.

(1) Proc. R. Soc. Londra, maggio e settembre 1906. Io ho corretto il risultato di Strutt ($5,10^{-12}$ g. per cm^3), poichè 1 g. di uranio deve supporre in equilibrio con $3,8 \cdot 10^{-7}$ g. di radio (Rutherford e Boltwood, *Le Radium*, luglio 1906. Eve, *Phyl. mag.*, sett. 1906) e non già con $7,4 \cdot 10^{-7}$ come prima era ammesso.

(2) *Phyl. mag.*, 6, XII, 1906.

(3) Dai risultati della signora Curie e da quelli di Rutherford e Boltwood (loc. cit.).

(4) Rutherford, *Radioactivity*, Cambridge, 1904.