ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCII.

1905

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIV.

2° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1905

Fisica. — *Radioattività dei fanghi di diverse sorgenti minerali del Lazio* [1]. Nota del dott. C. Feliciani, presentata dal Corrispondente A. Sella.

Uno studio sistematico sulla radioattività dei prodotti delle sorgenti minerali, termali e fredde, è certo non privo d'interesse anche dal punto di vista fisico, perchè potrebbe condurci alla conoscenza di tutte le sostanze radioattive che fan parte della crosta terrestre e del loro modo di distribuzione. Uno studio siffatto, perchè possa riuscire completo, dovrebbe essere intrapreso presso le sorgenti stesse, dove può essere misurata l'attività delle acque e dei gas che escono dal suolo, nonchè l'emanazione radioattiva dell'aria circostante la sorgente.

Nell'impossibilità di recarmi sul posto delle diverse sorgenti minerali del Lazio, mi sono procurato i fanghi delle medesime, come quelli che contengono quasi sempre le sostanze attive disciolte dalle acque nel loro percorso sotterraneo. Man mano che essi mi giungevano, venivano esposti al sole in capsule di vetro o di porcellana, e dopo essiccati venivano ridotti in polvere finissima.

L'elettrometro impiegato in queste ricerche è quello molto semplice e comodo, in uso nell'Istituto fisico di Roma [2]. Come isolante scelsi la *pecite*, che ho trovato migliore, in questo ufficio, della paraffina e dello zolfo.

La campanina dell'elettrometro poggiava sopra un sostegno e immediatamente al di sotto di essa scorreva su due guide un piattello metallico di 10,5 cm. di diametro, nel quale ponevasi la sostanza da esaminare. La distanza fra i due piatti era di 29 mm.

Un cannocchiale con micrometro posto in vicinanza permetteva di vedere la caduta della fogliolina carica, fra due divisioni fisse del micrometro, alla prima delle quali corrispondeva il potenziale di 150 e alla seconda di 137 volts; per cui la caduta era di 13 volts. Come si vede, rimanendo qui costante la caduta di potenziale, ciò che variava era il tempo; metodo incomodo ma più esatto per misura di paragone.

La sostanza campione, alla cui attività ho riferito quella dei fanghi era una piccola quantità di nitrato di uranio dal peso di gr. 1,369 distribuita uniformemente in un piattello metallico del diametro di cm. 8,1. Il fango che veniva volta per volta posto sul piattello era sempre del peso di gr. 10.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto fisico della R. Università di Roma.

(2) Rendiconti Accad. dei Lincei 1904, 2° semestre, fasc. 3°, pag. 156.

L'elettrometro aveva una tenuta assai buona, occorrendo un periodo di 15 ore circa perchè la fogliolina cadesse di un millimetro. Ogni giorno venivano fatte misure di dispersione nell'aria, e per tre mesi (maggio, giugno, luglio) non ho notato differenze sensibili. Solamente ho trovato spesso delle piccole variazioni durante il giorno, come si può vedere dai seguenti numeri, media di molte misure fatte negli intervalli di tempo:

	8^h - 12^h	12^h - 16^h	16^h - 20^h
tempo di caduta	$2^h 24'$	$2^h 30'$	$2^h 24'$

Si comprende facilmente come veniva misurata l'attività sapendo che questa è inversamente proporzionale al tempo di caduta.

Civitavecchia (Sorgenti: Ficoncella, Taurina e Cannetaccio).

Le sorgenti che fin dall'antico godono fama per le loro proprietà terapeutiche, sono la Ficoncella e la Taurina. Le acque della prima scaturiscono dal suolo con una temperatura di 55°, quelle della seconda con una temperatura di 38°. Di altre due sorgenti termali, poste in vicinanza, ci furono spediti i fanghi, l'una detta Cannetaccio e l'altra Ficoncella, distinta dalla precedente, che è unica ad alimentare lo stabilimento. La temperatura di queste ultime due è di 38°. Tutte queste acque sono salino-solforose.

Diamo qui i valori dell'attività di questi fanghi, avvertendo che tutti vanno riferiti al valore 10,000 assunto per l'attività del nitrato di uranio.

	Nitrato di uranio	10,000
Sorg.	Ficoncella (alim. dello stabilimento)	31
»	Taurina	24
»	Cannetaccio	27
»	Ficoncella (presso l'antica vasca traiana)	21

Tolfa (Sorgenti: Bagnarello, Caduta e Solfatara).

Le acque di queste sorgenti sono, come le precedenti, salino-solforose, la loro temperatura è di 42° per la sorgente Caduta, 40° per la sorgente Bagnarello e 24° per la Solfatara.

Attività:

Sorg.	Bagnarello	21
»	Caduta	10,5
»	Solfatara	7,5

Canino (Bagno di Musignano).

L'acqua di questa sorgente termale sgorga alla base meridionale dei Monti di Canino a m. 141 sul livello del mare.

Essa ha una temperatura di 35° e tiene disciolte molte sostanze minerali come carbonati, solfati, cloruri di calcio e di magnesia, ossido di ferro, ioduro di sodio ecc.

Attività:

Bagno di Musignano	29,3

Dopo questi, presi in esame anche i fanghi di sorgenti fredde, ed ecco i risultati che ottenni:

FERENTINO (Sorgente solfurea).

Le acque di questa sorgente sono fortemente acidulo-solforose e sgorgano con una temperatura costante di 18°.

Attività:

Sorgente solfurea	9,5

TERRACINA (Sorgente solfurea e sorgente ferrata).

Le acque di queste due sorgenti scaturiscono dagli scogli calcarei che si elevano sulla spiaggia, e sono così prossime al mare, che spesso le grandi onde marine giungono a lambire le sorgenti. Esse sono fredde e tengono disciolti molti solfuri e solfati di cui sono ricchi anche i sedimenti.

Attività:

Sorg. solfurea	5,6
» ferrata	9,7

Dalla stessa città mi procurai anche alcuni sedimenti delle acque delle paludi pontine, sedimenti raccolti in località lontane fra loro.

Attività:

Pantano dell'inferno	10,5
» delle grotte	12,6
» di Tabio	20

BRACCIANO (Sorgente Acquacetosa).

I fanghi di questa sorgente fredda (poligono militare) contengono in grande quantità ossido di ferro, che viene in gran parte depositata e forma delle estese e grosse incrostazioni intorno alla sorgente.

Attività:

Sorgente Acquacetosa	7,5
Altra sorgente poco discosta dalla prima	5,3

ROMA (Sorgente Acqua santa).

I fanghi di queste acque minerali fredde contenenti anch'esse del ferro, furono raccolti nella grande vasca di forma ellittica e mi han dato il seguente valore per la

Attività:

Sorgente Acqua santa	12,6

A 30 m. circa dalla vasca corre un largo fosso sui cui fianchi scaturiscono diverse piccole sorgenti; raccolto il sedimento di una di queste si è trovato:

Sorgente del fosso	5,3

Dal raffronto di tutti questi numeri fra loro, si scorge subito che in generale i fanghi delle sorgenti calde hanno un'attività maggiore di quelle fredde; però si noti come i sedimenti delle paludi pontine hanno un'attività superiore a quella delle sorgenti fredde e qualcuno, come il pantano di Tabio, quasi uguale a quella dei fanghi delle sorgenti calde. Inoltre si deve notare che non c'è un legame fra l'attività e la temperatura, perchè vediamo che la sorgente di Bagnarello presenta un'attività che è precisamente il doppio di quella della sorgente Caduta, sebbene la temperatura di questa sia superiore; così pure i fanghi del Bagno di Musignano hanno un'attività quasi uguale a quella della sorgente Ficoncella, sebbene la loro temperatura differisca di 20° circa.

RADIOATTIVITÀ INDOTTA.

Per conoscere qualcuna delle sostanze attive contenute nei fanghi, ho fatto delle misure di radioattività indotta.

A questo scopo ho scelto alcuni dei fanghi più attivi: Ficoncella, Taurina e Bagnarello, e mi sono servito di un'elettrometro simile al primo, ma di dimensioni un po' maggiori.

Una lamina di stagnola mantenuta ad alto potenziale negativo e ben chiusa sotto una campana di vetro, veniva esposta per tre giorni ad una discreta quantità di fango pulverulento e poi, portata nel piattello dell'elettrometro, si osservavano i diversi tempi di caduta delle foglioline fra due divisioni del micrometro per il periodo di due giorni circa.

Ecco i valori ottenuti, presa come 100 l'attività iniziale:

Sorg. Ficoncella		Sorg. Taurina		Sorg. Bagnarello	
Tempo	Attività	Tempo	Attività	Tempo	Attività
0^h	100	0^h	100	0^h	100
0,2	87	0,2	56	0,2	77
0,37	77	0,55	51	0,43	62
0,6	61	1,5	36,6	0,91	51
0,9	56	2,85	24	1,0	46,7
1,43	46	6,93	19,6	1,3	43
2,0	43	7,57	18,4	1,65	31
2,7	37	9,1	17,3	2,0	29,3
8,48	26	10,3	16,0	3,43	24,0
8,93	24	23,73	7,4	8,37	17,3
9,60	22	24.45	7,0	11,37	14,3
10,4	20	26,15	5,6	25,93	4,4
24,78	9,1	30,93	3,3	26,81	4,0
25,5	8,6	50,20	1,2	31,05	2,7
26,2	7,1			32,25	2,0
32,2	5,7				
34,15	4,0				
48,0	1,5				

Con questi valori ho tracciato delle curve (fig. 1) prendendo per ascissa i tempi e per ordinate l'attività [1]. Da esse rilevasi che nel primo tratto la caduta dell'attività è rapida e poi dopo un certo tempo compreso fra $1^h 25'$ e $1^h 40'$ le curve hanno un andamento che si avvicinano molto a quelle della radioattività indotta del torio, la quale, come è noto, cade della metà in 11 ore. Pertanto noi potremo dividere le curve in due tratti ben distinti; nel 1° la caduta rapida è dovuta probabilmente alla attività indotta del radio, contenuto nel fango, la quale, come si sa, cade della metà in 28′. Nel caso nostro osservando i primi tratti delle curve si vede che l'attività indotta cade della metà in un tempo un po' maggiore (questa differenza è piccolissima per la sorgente Taurina), ma non bisogna dimenticare che qui il fenomeno si complica per la presenza del torio e forse anche di altre sostanze.

Eliminando il primo tratto delle curve (e partendo per la sorgente Ficoncella da $1^h 26'$, per la Taurina da $1^h 31'$ e per la sorgente Bagnarello

[1] Affinchè le curve non venissero troppo serrate fra loro con scapito della chiarezza, ognuna è spostata dalla precedente di una quantità uguale rispetto ai due assi coordinati.

da $1^h 39'$) ho calcolato per il secondo tratto, col metodo dei minimi quadrati, il valore della costante radioattiva λ data dalla formola

$$I_t = I_o e^{-\lambda t}$$

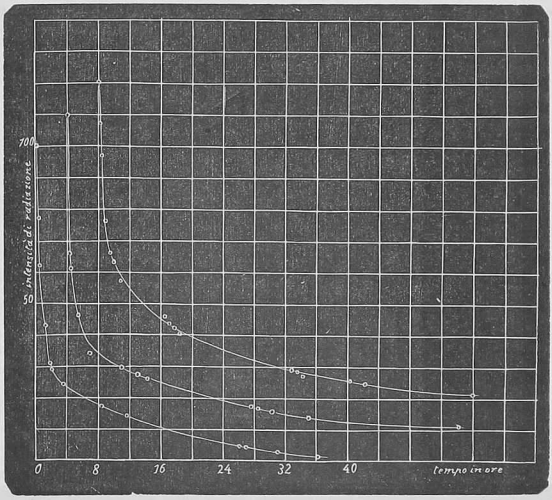

Fig. 1.

ed ho trovato, prendendo per unità di tempo il minuto primo, per il

fango	della	sorgente	Ficoncella	$\lambda = 0{,}00116$
"	"	"	Taurina	$\lambda = 0{,}00107$
"	"	"	Bagnarello	$\lambda = 0{,}00138$

Ora questi numeri sono abbastanza concordanti col valore della costante dell'attività indotta del torio, che è 0,0011 (1).

Dopo di ciò credo di poter asserire che fra le sostanze attive contenute in questi tre fanghi diversi, sono compresi certamente il torio e probabilmente anche il radio.

In ultimo ho voluto vedere come varia l'attività indotta di una dei fanghi per esposizioni di diversa durata della lamina di stagnola, ed ho ottenuto i seguenti valori:

(1) Questo valore è stato ricavato nello stesso modo dai numeri dati dal Rutherford a pag. 257 del suo volume: *Radio-activity*.

SORGENTE FICONCELLA.

3 giorni		17 ore		6 ore		1 ora		20 minuti p.	
Tempo	Attività	Tempo	Attività	Tempo	Attività	Tempo	Attività	Tempo	Attività
0^h	100	0^h	71	0^h	24	0^h	15	0^h	8,6
0,2	87	0,27	69	0,43	22	0,63	12	0,75	6,4
0,37	77	1,31	31	0,9	21	1,35	9,7	1,6	2,7
0,61	61	2,0	28,6	1,33	18,4	6,13	6,4	2,53	2,3
0,91	56	2,4	27,0	1,9	14,3	8,0	5,1	6,7	2.0
1,43	46	2,8	22,3	17,15	6	24,47	1,7		
2,0	43	8,65	15,7	17,87	5,6	25,47	1,4		
2,7	37	24,75	4,3	18,67	4,7				
8,48	26	25,8	3,0	25,05	1,8				
8,93	24	26,9	1,4						
9,60	22								
10,4	20								
24,78	9,1								
25,5	8,6								
26,2	7,1								
32,2	5,7								
34,15	4,0								
48,0	1,5								

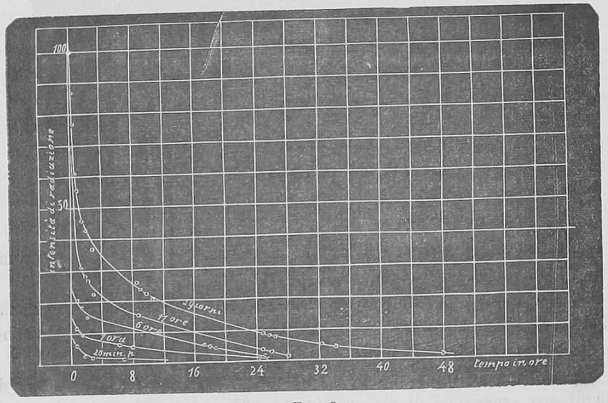

FIG. 2.

Dalle curve (fig. 2) tracciate con questi numeri si rileva oltre ad una maggiore intensità dell'attività indotta per una maggior durata di esposi-

zione, anche una rapida caduta di quest'attività nel 1° tratto delle curve relative a lunghe esposizioni; assai debole è invece nelle altre. Ciò è dovuto probabilmente all'attività indotta del radio, grande nel 1° caso, debolissima nel 2°. Inoltre si vede come nelle prime curve da un certo punto in poi la caduta dell'attività indotta segue con buona approssimazione quella del torio; le altre invece, stante il grado bassissimo di attività, non ci permettono di affermar ciò con nessuna sicurezza.

Fisica. — *Influenza degli orli sulla capacità elettrostatica di un condensatore.* Nota del dott. R. Magini, presentata dal Corrispondente Battelli.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica terrestre. — *Sismoscopio a doppio pendolo orizzontale per terremoti lontani.* Nota di G. Agamennone, presentata dal Socio Blaserna.

È ben nota l'utilità che i semplici sismoscopî possono avere anche in Osservatorî di prim'ordine, per quanto forniti di sismografi sensibilissimi. Anzitutto essi richiamano lì per lì l'attenzione sull'avvenimento d'una scossa, e così l'osservatore può sorvegliare il funzionamento degli strumenti durante la stessa e instituire speciali osservazioni; in secondo luogo servono a far scattare il meccanismo della grande velocità nei sismografi fin dal principio d'ogni movimento sismico, e così permettono uno studio particolareggiato del medesimo sulle zone di carta svoltesi con rapidità.

I moderni sismoscopî installati da qualche anno nel R. Osservatorio geodinamico di Rocca di Papa, da me diretto, indicano continuamente numerosissime scosse, sia vicine che lontane avvenute in Italia ed anche in regioni estere relativamente non troppo distanti, quali la Dalmazia, la Grecia, la Bosnia, ecc. Però qualche sismoscopio, e sopratutto il *tremitoscopio*, è in grado d'indicare talora il passaggio d'onde sismiche provenienti da distanze ben maggiori, per es., di migliaia e migliaia di chilometri. Ma bisogna aggiungere che ciò non avviene troppo di frequente, poichè sembra che siffatti sismoscopî non siano capaci d'essere influenzati dal passaggio d'onde sismiche dovute ai lontanissimi terremoti. Ora non è niuno che non veda l'utilità che si avrebbe dall'essere sempre avvisati anche dell'arrivo di siffatte onde, sia per eseguire misure ed osservazioni speciali durante il loro passaggio, sia