

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIII.

1906

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XV.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1906

Supponendo ora che il riscaldamento Φ sia un polinomio dato di grado m , potremo determinare un polinomio F , di grado $m+2$, che verifichi la (14) ⁽¹⁾, e allora nelle (16) le espressioni entro le parentesi quadre risultano polinomi di grado $m+1$, perciò la ricerca delle funzioni ξ, η, ζ , che saranno pure polinomi di grado $m+1$, si può fare col procedimento adoperato per i sistemi (8), (9).

5. Come è già stato detto, le considerazioni dei §§ 1, 2 valgono per un numero qualunque di variabili: in particolare, per 2 variabili, permettono di determinare la deformazione di una piastra elastica, isotropa, piana, infinitamente sottile, non soggetta a forze di massa, e il cui contorno sia sollecitato da tensioni date, agenti nel piano della piastra, supponendo che le componenti di dette tensioni siano eguali al prodotto di un polinomio, di un grado qualunque m , per la distanza del centro dell'ellisse dalla tangente nel punto considerato.

Questa questione può però esser trattata, togliendo anche la restrizione ora posta circa le componenti della tensione, con un altro procedimento: infatti essa equivale ⁽²⁾ a quella di costruire la funzione biarmonica U nell'area considerata, conoscendo sul suo contorno i valori della U e della sua derivata normale. E poichè la determinazione della funzione U , nel caso dell'ellisse, si sa fare ⁽³⁾, si conclude che si saprà anche determinare la deformazione della piastra ellittica.

Fisica. — *Sulla radioattività dei fanghi termali depositati dalle acque degli Stabilimenti dei Bagni di Lucca (Toscana)* ⁽⁴⁾. Nota del dott. G. MAGRI, presentata dal Corrispondente A. BATTELLI.

In questa Comunicazione riporto i risultati ottenuti dallo studio della radioattività dei fanghi e delle acque termali dei Bagni di Lucca. Lo studio fu già cominciato sul luogo, ove mi recai per incarico del prof. Ubaldo Antony. Al prof. Antony vadano quindi i miei ringraziamenti; così pure vadano al cav. dott. Adriano Bastiani per aver messo a mia disposizione il locale ed il materiale di studio. Degli stabilimenti da me visitati ricordo:

⁽¹⁾ Di questi polinomi ne esistono infiniti; si può ad esempio assumere quello che si annulla su σ e che si può ottenere facilmente come è mostrato nella mia Nota dell'Istituto Veneto già citata.

⁽²⁾ Boggio, *Sulla deformazione delle piastre elastiche cilindriche di grossezza qualunque* (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. XIII, 2° sem. (1904); Lauricella, *Sulle equazioni della deformazione delle piastre elastiche cilindriche* (Id., vol. XIV, 1° sem. 1905).

⁽³⁾ Boggio, *Integrazione dell'equazione $\Delta_2 \Delta_2 = 0$ in un'area ellittica* (Atti del R. Istituto Veneto, t. LX, parte 2ª, a. 1901).

⁽⁴⁾ Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica della R. Università di Pisa.

lo stabilimento dei « Bagni caldi », delle « Docce basse », « Bernabò » e della « Villa ».

Le acque che alimentano questi stabilimenti sgorgano da numerose sorgenti e sono in parte termali; queste ultime, che raggiungono alte temperature (fino a 54° 1), costituiscono la ricchezza degli stabilimenti. Esse contengono disciolti sali diversi ⁽¹⁾ e depositano sul loro percorso ed in vasti serbatoi, appositamente costruiti, dei fiocchi leggeri, varianti dal color marrone al rosso e al giallo, i quali, raccogliendosi al fondo, costituiscono un « fango » molto apprezzato come uso terapeutico. Dalle scaturigini delle sorgenti termali dei vari stabilimenti non si sviluppano affatto dei gas, talchè le mie ricerche si dovettero limitare allo studio della radioattività dell'aria nelle vicinanze dello stabilimento principale (Bagni caldi), delle acque di questo stesso stabilimento e dei vari depositi ferruginosi delle sorgenti surricordate. Di questi depositi si occuparono già: incidentalmente il Moscheni in un interessante *Trattato dei Bagni di Lucca* (1792) e più tardi Davy, il quale ne fece il primo studio con una breve Comunicazione alla R. Accademia di Scienze di Napoli. Or non è molto il prof. Antony esaminando tali fanghi, potè riconoscere del manganese in quello del Doccione. Ho rivolto specialmente la mia attenzione a questi depositi che, come si vedrà più avanti, presentano un'attività molto notevole ed interessante.

Per lo studio questi fanghi venivano staccati ancora molli per uno staccio a maglie non troppo strette e ciò non tanto per liberarli subito dai più grossi residui calcarei che si staccano dalla roccia su cui scorre l'acqua, quanto anche per raccogliervi come là si usa. Così staccati e mantenuti sotto la propria acqua, i fanghi rimangono stabili e quando si vogliono esaminare non resta altro che seccarli prima a b. m. poi in stufa a secco fra 80° e 90°, staccandoli poi nuovamente per uno staccio fine e prendendo la polvere. Ciò che rimane sullo staccio è ancora un po' attivo. Si capisce come la composizione di questi fanghi sia varia essendo essi mescolanze di idrati ossidi di ferro e di silice in rapporti abbastanza costanti, ma ancora in modo vario, di tutto ciò che può eventualmente trascinare l'acqua con sè. Sicchè la presa del campione è sempre incerta, ed è ben difficile poterne prendere due che si corrispondano perfettamente. Io ho distinto i fanghi in *aderenti*, quelli cioè che si depositano là ove scorre l'acqua e che richiedono un certo sforzo per essere staccati; ed in depositi soffici o *non aderenti*, quelli che si depositano al fondo ove l'acqua ristagna. Sembra che i depositi aderenti siano quelli che più degli altri si corrispondono campione a campione, a meno che non venga fatto, nel distaccarli, di portar via dei pezzi di roccia, come più volte mi è accaduto. Mi preme far notare subito che questi depositi aderenti

(1) *Relazione dell'analisi chimica dell'acqua del Doccione dei Bagni caldi*. U. Antony, 1904, Lucca, cart. e tipo-lit. Amedei.

sono i più attivi, sia perchè più vecchi, ma può darsi anche perchè meno inquinati da sostanze inerti.

Metodo di misura.

Ho studiato l'attività di tali fanghi misurando coi soliti sistemi la caduta in Volta del potenziale di carica di un elettroscopio. L'apparecchio che ho costruito è rappresentato sotto due forme nelle figure 1 e 2 (1). In sostanza

Forma A

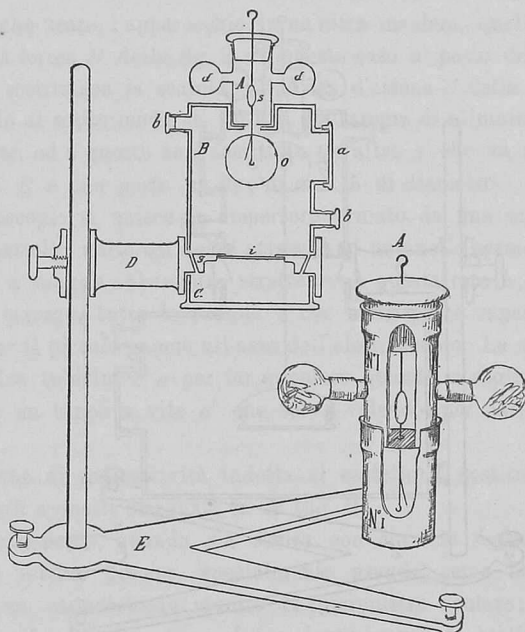


FIG. 1.

esso è un solo apparecchio cui si possono dare due disposizioni, sia che si voglia usare l'elettroscopio solo, sia che si voglia ad esso adattare un dispersore. Nella fig. 1 in basso è rappresentato l'elettroscopio costruito sul modello di quelli del Righi, cui ho dato la disposizione là raffigurata. L'isolante dell'elettroscopio è racchiuso in un piccolo ambiente, il quale non ha quasi scambio di gas coll'esterno ed è tenuto costantemente asciutto per mezzo di due ampolline di vetro laterali contenenti del sodio.

(1) Fu costruito dal meccanico dell'Istituto di Fisica di questa Università, Orfeo Di Nasso.

L'asticella cui è attaccata la foglia d'oro passa al di sotto del fondo del cilindro per un piccolo foro centrale; e siccome non è facile poter attaccare tutto ad un sistema rigido, data la difficoltà di costruire bene imperniato il filo che tiene lo zolfo, lo zolfo e l'asticella dell'elettroscopio, così il tappo superiore del cilindro è di sughero, e quando i vari pezzi si facciano con cura si può comodamente e facilmente centrare nel foro, l'asticella dell'elettroscopio. Nella fig. 1 è rappresentato l'astuccio che si applica per salvaguardare

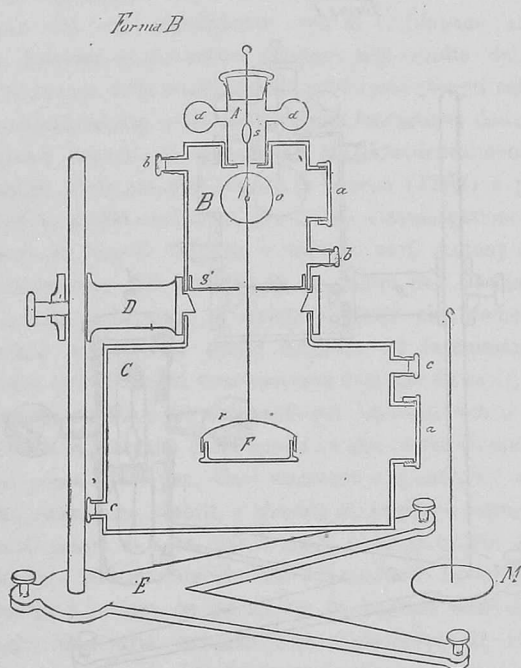


FIG. 2.

la foglia d'oro e rendere l'elettroscopio trasportabile. Il resto dell'apparecchio si comprende facilmente dalla sezione: la parte *A* che costituisce l'elettroscopio va a sfregamento e a tenuta al di sopra di una campana di ottone della capacità di circa cm^3 200. Questa campana porta due aperture opposte *o* che sono ricoperte da lastre di vetro e che servono per leggere, mediante un cannocchiale munito di micrometro oculare, gli spostamenti della fogliolina. L'apertura chiusa con un tappo a vite *a* serve per caricare l'elettroscopio, i due cannelli *b*, *b* per immettere dei gas nella campana od attaccarvi delle ampolline con sodio. La campana *B* per mezzo di due attacchi

che penetrano in due gole a baionetta si può fissare su di un anello *D* sorretto da un piede *E*. Una riparella di cuoio serve a rendere la chiusura perfetta. Al di sotto dell'anello penetra un coperchio di scatola *C*, pur esso attaccato nel modo suddetto e che serve per la sostanza in esame.

L'anello *D* porta inoltre un foro centrale tagliato ad imbuto, cui va a sfregamento un diaframma di ottone *g* che nel mezzo porta una sottile lamina circolare di alluminio in foglia *i* sorretta da due pezzi di rete a larghe maglie. Così l'ambiente in cui si trova l'elettroscopio resta perfettamente chiuso, separato dall'esterno, separato anche dalla camera ove si trova la sostanza radioattiva.

Si può anche usare l'apparecchio in un'altra maniera, qual'è quella rappresentata nella forma *B* della fig. 2. In questo caso al posto del coperchio *C* della fig. 1 si sostituisce la scatola cilindrica d'ottone *C* della fig. 2 imperniata nell'anello al solito modo. È tolto il diaframma di alluminio *i* descritto precedentemente, ed a questo ne è sostituito un altro *g'* che va a sfregamento nella campana *B* e che porta un foro di mm. 5 di diametro.

All'elettroscopio si unisce un dispersore formato da una scatola *F*, costituita da un piattello unito coi soliti attacchi ad un anello sormontato da una rete metallica a maglie abbastanza strette *r*. A questa rete è saldato un filo di ottone che sorregge tutta la scatola e che nella parte superiore è ricurvo e si attacca per il piccolo gancio all'asta dell'elettroscopio. La cassa grande *C* è munita di due tubicini *c c* per far circolare quando si voglia dei gas nella campana, e di un tappo a vite *a'* che serve volendo per caricare l'elettroscopio.

Per ricerche di radioattività indotta al cestello *F*, sostituisco dei dischi di argento simili a quelli disegnati in *M* (fig. 2).

Quest'elettroscopio, quando sia scelta con cura la fogliolina d'oro, si presta a dare letture precise, specialmente usando, come ho fatto io per questo scopo, un cannocchiale munito di micrometro oculare; cosicchè misure successive fatte sullo stesso fango danno risultati molto concordanti. Inoltre la quantità di sostanza necessaria per le misure è pochissima ed io non ho mai oltrepassato i 5 gr.: le misure qui riportate furono eseguite sempre su tale quantità di fango. Gli isolanti di zolfo presentano sempre un ottimo stato di isolamento.

Per avere la misura della radioattività della sostanza, caricavo negativamente il piccolo elettroscopio con una pila Zamboni attraverso l'apposita apertura, mediante un sottile filo metallico attaccato ad un estremo della pila.

Il massimo di deviazione dell'elettroscopio corrispondeva a 250 Volta. Poi determinavo successivamente la caduta del potenziale di carica dell'elettroscopio, prima e dopo aver posto la sostanza nel piattello *C*, riferendola al minuto primo.

Nelle mie determinazioni di rado spinsi la scarica dell'elettroscopio al di sotto di 100 Volta; ad ogni modo anche pei materiali più attivi mi mantenni sempre ad un potenziale sufficientemente elevato per non scendere al di sotto della corrente di saturazione. Questo lo dimostravano evidentemente le curve della dispersione dell'elettroscopio che erano molto vicine ad una retta, tranne qualche volta in cui col diminuire del potenziale aumentava un pochino la dispersione in virtù di una leggerissima attivazione che assumeva l'elettroscopio. Per questo la misura dell'attività mi veniva data senz'altro dalla dispersione in Volta per un minuto primo, corretta naturalmente della dispersione iniziale dell'elettroscopio.

Coll'elettroscopio della forma *B* operavo nello stesso modo. Interponevo almeno quattro ore fra una lettura e l'altra, perchè i valori della dispersione iniziale fossero sempre gli stessi e le osservazioni sui fanghi non fossero influenzate dalla leggiera attivazione che qualche volta acquistava l'elettroscopio. In generale ho sperimentato coll'apparecchio della forma *A* più comodo per queste ricerche; però ho osservato valori concordanti tra loro, usando sia l'una sia l'altra forma.

Sarebbe troppo lungo il descrivere singolarmente le diverse sorgenti dalle quali furono tolti i campioni dei fanghi; mi limiterò a ricordare che:

1. Nello stabilimento « Bagni caldi » si trovano due sorgenti: quella del « Doccione » e quella che alimenta il « Bagno dei poveri ».

2. Alimentano lo stabilimento delle « Docce basse » le sorgenti « Rossa », « Disperata », « Coronale », « Maritata », « Trastullina » e la « Gialla »; di quest'ultima non potei prendere campioni perchè era otturata.

3. Nello stabilimento « Bernabò » si trova una sorgente termale.

4. Lo stabilimento « alla Villa » pur esso è alimentato da un'unica sorgente termale.

Queste acque ricordate sono tutte termali, variando le temperature dall'una all'altra; io non misurai direttamente queste temperature, credendo di trovarle registrate nelle relazioni chimiche di tali acque che furono fatte a più riprese; disgraziatamente non tutte le sorgenti sono ricordate, specialmente nelle relazioni più recenti, talchè ho dovuto prendere le temperature in gradi Réaumur che dà il Moscheni.

ESPERIENZE.

Nel seguente prospetto, ove raduno i risultati delle mie osservazioni, nella colonna delle temperature sotto *R* riporto quelle date dal Moscheni, e sotto *C* i gradi centigradi registrati dall'Antony ⁽¹⁾.

(¹) Relazione citata.

	FANGHI		Temperatura		Tempo	Grammi	Dispersione in Volta all'ora	
			R	C				
Stabilimento dei Bagni Caldi	Sorgente Doccione	aderente	{	43	54,1	16 giorni	5	322,44
		non aderente				16 id.	5	283,08
		id.				più di 1 anno	5	280,10
	Sorgente del Bagno dei Poveri	aderente	{	43	44,5	16 giorni	5	143,74
		non aderente				16 id.	5	139,08
Stabilimento delle Doce Basse	Sorgente Rossa	aderente	{	38	41,5	17 giorni	5	1062,70
		non aderente				id.	5	259,36
	Sorgente Disperata	aderente	{	36		id.	5	488,13
		non aderente				id.	5	422,82
	Sorgente Coronale	aderente	{	35		18 giorni	5	668,88
		non aderente				id.	5	306,78
	Sorgente Maritata	aderente	{	35		id.	5	496,98
		non aderente				id.	5	875,30
	Sorgente Trastullina	aderente		29,5		19 giorni	5	281,52
	Stabil. Bernabò	Sorgente Bernabò	non aderente		35	40	19 giorni	5
Stabilimento della Villa	Sorgente della Villa	aderente	{	33 3/4	39	19 giorni	5	1695,94
		non aderente				id.	5	836,28
	Campione di Pechblenda dell'Istituto di Chimica						0,20	1655,5

Dando uno sguardo alla tabella, ci possiamo facilmente convincere che i depositi *aderenti* sono in generale più attivi dei non aderenti; un'eccezione è presentata dal fango della sorgente « Maritata ».

I fanghi mantengono inalterata la loro attività anche col volger del tempo; campioni sperimentati successivamente diedero sempre lo stesso numero, e nella tabella è riportato un fango del « Doccione » il quale dopo più di un anno presenta sempre la stessa attività.

Quasi sempre si nota che i fanghi più attivi sono quelli deposti dalle acque a più bassa temperatura; e non solo col variare della temperatura cambia l'attività, ma cambiano ancora gli altri caratteri chimici e fisici: così il colore dei fanghi dal rosso-bruno pei « Bagni caldi » (54°,1) va al rosso-ocraceo della « Villa » e « Bernabò » (39° a 40°) fino al giallo-chiaro

dell'acqua « Gialla » (38°), mentre l'idrazione va aumentando via via che la temperatura si abbassa. Per altro da questa legge si scosta il fango « dei poveri » che dovrebbe dare dei valori un poco maggiori del « Doccione » e il fango « Bernabò »: però questi due depositi sono diversi da tutti gli altri per l'aspetto fisico almeno. Così pure un valore molto elevato si trova nel numero del fango aderente dell'acqua « Rossa ».

Queste divergenze in meno si potrebbero spiegare col fatto dell'impurità del campione e che il deposito della « Rossa » aderente abbia soggiornato molto tempo nei crepacci della roccia. Certo si è che da un minimo di 322 per i « Bagni caldi » si va salendo sino ad un massimo di 1695 di dispersione per la « Villa » e che il « Doccione » ha una temperatura molto più elevata di questa.

In fondo alla tabella è posto il valore ricavato dallo stesso apparecchio per due decigrammi di un vecchio campione di *Pechblenda* esistente nel nostro laboratorio; ciò feci allo scopo di poter fare dei confronti fra la grandezza della radioattività dei fanghi studiati e quella già nota della *Pechblenda*. Questa fu finamente polverizzata e distribuita nel piattello in modo che occupasse la maggiore superficie possibile.

Esaminai inoltre la radioattività indotta in oggetti di argento posti sia nell'aria della grotta a vapore, nell'acqua e nei fanghi dei « Bagni caldi »; e questa si mostrò molto evidente; così pure si mostrò molto maggiore l'attivazione acquistata da due piattelli d'argento caricati contemporaneamente ad uno stesso potenziale negativo e di cui uno nell'aria della grotta, l'altro nell'aria esterna dello stabilimento.

A queste ricerche eseguite coll'elettroscopio, corrispondono le proprietà dei fanghi di impressionare le lastre fotografiche. Le prove furono eseguite su lastre Lumière delle dimensioni 9×12 involte in carta nera. Su questa, dalla parte corrispondente alla gelatina, ponevo delle lettere di piombo grandi e spesse e poi spargevo da 20 a 25 gr. di fango bene asciutto sulle lettere e sulla carta nera ponendo tutto in scatole ben chiuse. Con pose varianti da 10 a 15 giorni si ottengono dei fotogrammi ben netti.

Esperienze di confronto eseguite con fanghi debolmente attivi di altre regioni, diedero dei risultati negativi.

Da tutto ciò che ho esposto si può tirare una conclusione importante: la grande radioattività che presentano i fanghi dei Bagni di Lucca. Per quanto io abbia letto sulle relazioni di autori diversi intorno all'attività dei fanghi termali, non ho visto rammentato alcun deposito che presenti in maniera così ragguardevole la radioattività che si riscontra nei fanghi da me studiati. Dato un prodotto così attivo, non deve essere impossibile il cercare di concentrare con qualche frazionamento sistematico la materia attiva, e conoscere così se questa debba ascriversi a Radio o piuttosto ad uno degli altri elementi radioattivi. Di questo studio stiamo occupandoci attualmente il prof. Antony ed io.