

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

**Matematica.** — *Una dimostrazione assoluta del teorema di Gauss relativo all'invariabilità della curvatura totale nella flessione.* Nota di C. BURALI-FORTI, presentata dal Corrispondente T. LEVI-CIVITA.

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

Le precedenti Note saranno pubblicate nel prossimo fascicolo.

**Fisica.** — *Calcolo provvisorio della profondità dell'ipocentro del terremoto Calabro-Siculo del 28 dicembre 1908.* Nota di EMILIO ODDONE, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Il prof. de Kővesligethy ha indicato un metodo nuovo pel calcolo della profondità dell'ipocentro <sup>(1)</sup> che in questa Nota io proverò ad applicare al terremoto disastroso Calabro-Siculo del 28 dicembre 1908.

Ammettendo al solito una diminuzione dell'intensità sismica in ragione del quadrato della distanza dall'ipocentro, il prof. de Kővesligethy scrive che le accelerazioni stanno in ragione inversa delle distanze dal fuoco, vale a dire:

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_0} = \frac{h}{r}$$

$\Gamma$  è la massima accelerazione del terremoto ad una data stazione,  $\Gamma_0$  quella all'epicentro,  $h$  la profondità incognita dell'ipocentro, ed  $r$  la distanza minima tra quest'ipocentro ed un punto della superficie terrestre.

Per tener in conto la diminuzione dell'energia per via dell'assorbimento del mezzo, adotta la variante:

$$(1) \quad \frac{\Gamma}{\Gamma_0} = \frac{h}{r} e^{-\frac{\alpha}{R}(r-h)}$$

(<sup>1</sup>) R. de Kővesligethy, *Seismischer Stärkegrad und Intensität der Beben.* Beitr. zur Geophys. Bd. VIII, 1907. Anche *Seismonomia*, Cap. X, Modena, Società Tipografica 1906. — Z. de Vagha, *Sur la profondeur du foyer et le coefficient d'absorption du tremblement de terre observé a Jokó le 10 Janvier 1906.* Bull. Soc. Sism. ital., vol. XII. — Em. Janosy, *Bestimmung der Herdtiefe und des seismischen Absorptionskoeffizienten des Charlestoner Erdbebens.* Boll. Soc. ital., vol. XI.

R indica il raggio terrestre in chilom.,  $\alpha$  è una seconda incognita rappresentante il coefficiente d'assorbimento radiale della Terra, cosicchè  $\frac{\alpha}{R}$  è il coefficiente d'assorbimento per chilometro di terra.

D'altra parte sono state enunciate delle relazioni tra le accelerazioni che il suolo scosso dal terremoto può assumere, ed i gradi delle solite scale d'intensità sismica e ad esempio, per la scala suggerita dal compianto sismologo prof. Cancani (<sup>1</sup>), vale la formola:

$$(2) \quad G - G_0 = 3 \log \frac{r}{r_0}$$

$G_0$  e  $G$  essendo i gradi della scala sismica all'epicentro e ad una stazione qualsiasi.

Dalle due relazioni soprascritte si deduce la terza:

$$(3) \quad \left[ \frac{3\alpha}{R} h \log e + 3 \log h \right] - \left[ 3 \frac{r}{R} \log e \right] \alpha = G - G_0 + 3 \log r$$

che è appositamente messa sotto la forma:

$$(4) \quad x - by = n$$

dove

$$b = 3 \frac{r}{R} \log e, \quad \text{ed} \quad n = G - G_0 + 3 \log r.$$

Oltre la  $G_0$ , grado dell'isosisma epicentrale, avendosi varie successive isosisme del grado  $G_1, G_2, G_3, \dots$  per un dato terremoto otterremo altrettante equazioni del tipo (4), dalle quali col metodo dei minimi quadrati si

(<sup>1</sup>) Riproduciamo la scala sismica del prof. Cancani mettendo a riscontro dei vari suoi gradi le corrispondenti accelerazioni:

Gradi (Cancani)	Accelerazioni	Gradi (Cancani)	Accelerazioni
I strumentale	$< 2,5$ <sup>mm</sup>	VII	100-250 <sup>mm</sup>
II	2,5-5,0	VIII	250-500
III	5-10	IX	500-1000
IV	10-25	X	1000-2500
V	25-50	XI	2500-5000
VI	50-100	XII (grande catastrofe)	5000-10000

La relazione tra i gradi della scala Cancani e le corrispondenti accelerazioni è dovuta ancora al prof. de Kővesligethy che la trovò conforme alla legge psicofisica del Fechner.

ricaveranno  $x$  ed  $y$ . Nelle due espressioni  $b$  ed  $n$ , entra però la  $r$ , la quale è funzione della profondità incognita, legata a questa quantità dalla

$$r^2 = h^2 + A^2.$$

$A_1, A_2, A_3, \dots$  sono le distanze epicentrali delle stazioni d'osservazione. Per comodità di calcolo terremo quest'altra relazione:

$$(5) \quad r = \frac{h}{\sin \varepsilon}$$

nella quale  $\varepsilon$  è l'angolo di emergenza e

$$(6) \quad \text{tang } \varepsilon = \frac{h}{A}.$$

In prima approssimazione, invece di  $r$ , introdurremo semplicemente la distanza epicentrale  $A$ . Poi a calcoli fatti, ottenuto un primo  $h$ , dalle relazioni (6) e (5) ricaveremo la  $r$ . Allora ripeteremo i calcoli con questo valore di  $r$ , e magari, se occorrerà lo ripeteremo una terza volta, giungendo così al valore della profondità dell'ipocentro con tutta l'approssimazione che il metodo consente.

Pel terremoto Calabro-Siculo del 28 dicembre, la sezione geodinamica del R. Ufficio Centrale, presieduta dal dott. Martinelli, mi ha favorito uno schizzo provvisorio delle più importanti linee isosisme, ed è sulle medesime che ho stabilito i calcoli, i quali conseguentemente hanno essi pure carattere di provvisorietà.

Quali medie distanze epicentrali delle linee isosisme, si ritengono i raggi dei cerchi aventi la stessa superficie limitata dalle varie linee isosisme. Mediante lavoro di integrografo, si determinarono queste varie superficie  $S$  e se ne ricavarono i corrispondenti raggi  $A$  dei cerchi di egual superficie, valendosi delle relazioni:

$$A_1 = \sqrt{\frac{S_1}{\pi}}, \quad A_2 = \sqrt{\frac{S_2}{\pi}}, \quad \dots, \dots$$

Si trovò così che alle linee isosisme segnate nella colonna di sinistra corrispondevano i raggi segnati nella colonna di destra.

Linee isosisme G.	Raggi in chilom. $A$ .
XII	16,274
IX	27,306
VIII-IX	37,871
VII-VIII	61,886
VII	80,741
VI	85,875

Introdotti questi valori nella (3) ebbi sei equazioni del tipo (4) che raggruppai nelle due uniche:

$$3x - 0,020314 y = 6,17$$

$$3x - 0,056992 y = 1,40$$

dalle quali mi risultò  $x = 2,94$  ed  $y = \alpha = 130$ .

Noto  $x$ , la sua espressione equivalente  $\frac{3\alpha}{R} h \log e + 3 \log h$  mi fornì l'equazione trascendente:

$$h + 112,8 \log h = 110,52.$$

Essa risolsi colle approssimazioni successive, ponendo, invece di  $e^h$ , i primi termini della serie  $1 + h + \frac{h^2}{2} + \frac{h^3}{3!} + \dots$  e sostituendo l' $h$  approssimato in  $\log h$  e ricalcolando.

Ottenni così  $h = 8$  km. ed  $\frac{\alpha}{R} = 0,0204$  per chilom.

Con questo valore di  $h$  approssimato, col sussidio delle (6) e (5) ebbi i diversi valori di  $r$ :

$$r_1 = 18,16 ; r_2 = 28,45 ; r_3 = 38,69 ; r_4 = 62,39 ; r_5 = 81,10 ; r_6 = 86,25.$$

Rivalendomi delle (3), riottenni stavolta  $\alpha = 138,8$  e

$$h + 105,6 \log h = 109,8,$$

quindi:

$$h = 9 \text{ chilom. ed } \frac{\alpha}{R} = 0,0218 \text{ per chilom.}$$

Reciprocamente mediante questi valori di  $h$  ed  $\frac{\alpha}{R}$  risalendo all'intensità teorica della scossa, ne ebbi per le sei date distanze epicentrali i numeri calcolati nella seconda e quinta colonna della seguente tabellina:

G Osserv.	G Calcol.	Calcol.-Osserv.	G Osserv.	G Calcol.	Calcol.-Osserv.
XII	12	0,0	VII,5	8	+ 0,5
IX	10	+ 1,0	VII	7,1	+ 0,1
VIII,5	9,2	+ 0,7	VI	6,8	+ 0,8

Paragonati colle intensità osservate, gli errori residui non sono tanto piccoli, ed è un difetto del calcolo che dessi non abbiano alternativamente segno alternato; tuttavia a motivo della provvisorietà del calcolo riterremo l'accordo sufficiente.

Il terremoto ora considerato è, sotto vari aspetti, simile a quelli che funestarono le stesse località addì 5 febbraio 1783 e 16 novembre 1894. Le rispettive linee isosisme, se se ne eccettuano le più epicentrali, corrono in egual modo circa (1) talchè se si applicasse il metodo del prof. de Kővesligethy a questi due altri terremoti, si cadrebbe su profondità dell'ipocentro poco diverse da quelle ora trovate.

Un altro terremoto Calabro-Siculo investigato rispetto la profondità del suo ipocentro, si è quello dell'8 settembre 1905. Il Rudzky (2) vi applicava un suo metodo col quale la profondità del fuoco deduceva dalla distanza in arco tra l'epicentro ed il luogo geometrico nel quale la velocità di propagazione apparente scende al suo valor minimo. In mancanza di valori esatti per la velocità di propagazione vera nell'interno della Terra, accettava l'ipotesi di una propagazione rettilinea. Le due ultime formole, quelle che danno la soluzione del problema, sono allora le seguenti:

$$(*) \quad \sin \varepsilon = \frac{2 \sin \frac{1}{2} \gamma}{\gamma} - \cos \frac{1}{2} \gamma$$

ed

$$(**) \quad h = \frac{2R \sin \frac{1}{2} \gamma \sin \varepsilon}{\cos \left( \frac{\gamma}{2} - \varepsilon \right)}$$

$\varepsilon$ , l'angolo di emergenza, si ricava dalla (\*) una volta noto  $\gamma$  distanza in arco dall'epicentro al luogo geometrico in cui la velocità apparente ha il valor minimo;  $h$  ed  $R$  hanno i valori di prima. Sostituendo nella (\*\*) le or note espressioni di  $\varepsilon$  ricavò la profondità  $h$ . Valendosi della tabella II del lavoro del prof. Rizzo: *Sulla velocità di propagazione delle onde sismiche nel terremoto della Calabria del giorno 8 settembre 1905* (Memorie della R. Accad. delle scienze di Torino, serie II, t. LVII, pag. 309, 1906), ritenne che la distanza epicentrale del luogo del minimo fosse di 1500 km., donde  $\gamma = 0,075 \pi$  in misura d'arco, e  $\sin \varepsilon = 0,00462$ . Con questi valori gli risultò una profondità dell'ipocentro di circa 7 chilometri.

Lo scopo nostro non è di stabilire confronti. Non possiamo però esimerci dall'accennare che il sismologo Mallet col suo metodo primordiale, tanto criticato, di dedurre l'angolo d'emergenza dalle fratture oblique, arrivò

(1) Mi riferisco alla tav. X, della Memoria: *Il terremoto del 16 novembre 1894 in Calabria e Sicilia*. Relazione sismologica del prof. A. Riccò. Roma, Tipogr. Nazionale, 1909.

(2) M. P. Rudzky, *Ueber die Tiefe des Herdes des calabrischen Erdbebens von 8 Sept. 1905*. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie (Cl. des Sc. math. et nat.), n. 1, art. 4, janvier 1907.

alla conclusione che l'ipocentro del grande terremoto napoletano dell'anno 1857 fosse ad una profondità di 5 miglia inglesi e  $\frac{3}{4}$ , cioè 10 chilom., circa la cifra da noi trovata (1)!

Da queste cifre si scostano assai le profondità che si ottengono cogli altri noti procedimenti.

Il metodo di Seebach, sebbene esso pure si basi sulla velocità della propagazione rettilinea della scossa, generalmente fornisce profondità molto maggiori, nel caso nostro per esempio non meno di 100 chilom. Il professore Riccò, che ne provò il metodo nella sua monografia sul terremoto del 16 novembre 1894, trovò 159 chil. (loc. cit., pag. 191).

Lo stesso dicasi del metodo del prof. Schmidt. In esso si ammette la velocità variabile colla distanza, e come prima, si ricava la profondità supponendo nota quella circonferenza intorno all'epicentro sulla quale la velocità di propagazione ha un valore minimo. Con questo metodo la profondità ipocentrale del terremoto Calabro-Siculo dell'8 settembre 1905 fu calcolata dal prof. Rizzo tra i 290 ed i 550 chilometri (2). Il prof. Rizzo, al quale sembrò esagerata questa profondità, emise l'ipotesi che la profondità dell'ipocentro sia misurata dall'altezza della calotta sferica limitata dalla circonferenza di velocità minima. Così ridusse la profondità ipocentrale ai 50 chilometri circa.

Finalmente nel metodo del Cap. Dutton (3), in base sempre alla variazione dell'intensità sismica in ragione del quadrato delle distanze, si ricava quale funzione la profondità sia di quella tale distanza epicentrale, ove si fa massima la variazione relativa dell'intensità dello scuotimento. Il prof. Riccò applicando questo metodo (loc. cit., pag. 207) al terremoto del 16 novembre 1894, ottenne valori poco concordanti, variabili tra i 21 ed i 161 chilom. Lo stesso prof. Riccò, nella medesima pubblicazione a pag. 209, ammettendo egli pure la relazione della ragione inversa del quadrato delle distanze, nella supposizione inoltre che i gradi della scala sismica de Rossi-Forel siano veramente proporzionali all'intensità del terremoto, ricavò per la profondità dell'ipocentro, come era da attendersi e come s'attendeva, dei valori molto discordanti. Nella sola direzione che dal-

(1) Mallet, *Enciclopedia Britannica*, alla parola Earthquake, 9<sup>a</sup> ed., vol. VII, pag. 611. « After the great Neapolitan earthquake of 1857, Mr. Mallet, aided by the Royal Society, spent some months in carefully examining the country which had been visited by the shock, and in 1862 he published an elaborate report in which his observations were fully discussed.

« By determining the wave-paths at twenty-six stations in every azimuth around the seismic vertical, he was enabled to deduce the important fact that the mean focal depth of the earthquake was about  $5\frac{3}{4}$  geographical miles, [ $5\frac{3}{4} \times 1851,8 = 10^{km,6}$ ] ».

(2) G. B. Rizzo, *Sopra il calcolo della profondità degli ipocentri nei movimenti sismici*. Atti R. Acc. delle scienze di Torino, vol. XLI, 1905-1906, pag. 1061.

(3) United States Geological Survey, Ninth Annual Report, 1887-88.

l'epicentro va verso ESE, lungo la quale le diverse isosisme avevano andamento più uniforme, ottenne delle profondità meno disperate, aggirantesi intorno ad una cinquantina di chilometri. Quando finalmente provò ad esprimere l'intensità osservata, non più coi gradi della scala De Rossi-Forel, ma colle accelerazioni corrispondenti, sebbene adoperasse la relazione:

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_0} = \left(\frac{h}{r}\right)^2, \text{ anzichè la } \frac{\Gamma}{\Gamma_0} = \frac{h}{r}$$

vide la profondità dell'ipocentro assumere dei valori notevolmente più bassi: dai 21 ai 15 chilom. circa. Tenendo la relazione seconda, la più probabile, perchè se l'intensità obbedisce alla legge di Newton, l'accelerazione invece varia inversamente alla prima potenza della distanza, si avrebbero avute profondità ancora ridotte.

E noi abbiamo visto che i recenti metodi dei professori de Kovesligethy e Rudzky riducono la profondità degli epicentri nei due citati terremoti Calabro-Siculi a 7 e 9 chilometri.

Il focolare sismico si anniderebbe immediatamente sotto, se non nella massa stessa degli scisti cristallini che formano l'ossatura di quelle regioni. Quale però tormentata ossatura! Il coefficiente d'assorbimento, eguale a 0,02 assume ivi un triste primato. Esso ha un valore cinque volte maggiore di quello proprio a tali profondità (0,004), per cui suggerisce l'idea che la crosta terrestre sia colà profondamente disgregata o fratturata.

#### Chimica. — *Sulla costituzione dei clorosali rameoso-rameici* <sup>(1)</sup>.

Nota di G. POMA, presentata dal Socio G. CIAMCIAN.

In una Nota precedente <sup>(2)</sup> ho studiato la solubilità del Cu Cl nelle soluzioni cloridriche di Cu Cl<sub>2</sub>, giungendo alla conclusione che realmente tra il cloruro rameoso ed il rameico devono formarsi uno o più sali complessi, la cui costituzione non può essere chiarita dalle sole misure di solubilità.

Allo scopo di determinare possibilmente la formula di tali composti molecolari, od almeno di stabilire la rispettiva funzione acida o basica dei due cloruri di rame, ricorsi a quelle misure elettriche che le particolarità del caso dimostravano più opportune.

Come esperienza preliminare ho voluto determinare le variazioni che si producono nelle conducibilità specifiche di soluzioni cloridriche pure o cloridriche e rameiche quando queste vengono sbattute con Cu Cl.

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nell'Istituto di Chimica generale della R. Università di Parma diretto dal prof. G. Plancher.

<sup>(2)</sup> Rend. Acc. Lincei, 1909.