

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCI.

1904

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1904

Fisica. — *Per l'estensione di una legge acustica.* Nota di EMILIO ODDONE, presentata dal Socio P. BLASERNA.

È nota la legge che uno scuotimento periodico dell'aria, prodotto in qualsiasi modo, dà luogo al fatto singolare ed inatteso, che oltre alle vibrazioni dell'aria di quel periodo avvengono contemporaneamente una serie di vibrazioni più rapide armoniche rispetto alle prime.

Tale legge intuïta dall'Helmholtz, fu verificata nell'aria mediante i risuonatori che portano tale nome; ma se da quell'esperienze la legge può dirsi verificata nei fluidi, nelle corde e nelle lastre vibranti, altrettanto non può dirsi nell'interno dei solidi indefiniti e non credo si sia mai inteso di prove dirette che nello scuotimento interno di un solido intervengano pure le armoniche. Sia che una verifica non offrisse interesse primario, sia che richiedesse esperienze su vasta scala, non venne mai eseguita.

Oggetto della presente Nota è di narrare alcuni fatti che a prima vista non sembrano avere relazione coll'argomento, ma che invece possono condurre alla verifica di quella legge. Questi fatti sono tratti dalla sismometria. In questo caso il solido indefinito è il solido terrestre, gli scuotimenti sono prodotti dai sismi tellurici e gli apparecchi sismici fanno da risuonatori. Tutto si riduce a ricercare se negli scuotimenti naturali del suolo si verifica la legge di Helmholtz, ossia se gli scuotimenti primari accludono le armoniche. La ricerca non ha meno interesse per la sismometria, in quanto può giovare all'interpretazione dei sismogrammi non solo, ma altresì recar luce intorno la genesi dei sismi. Dovrebbero essere infatti le armoniche a caratterizzare il modo col quale fu scosso il mezzo, se per percussione, strappo, od esplosione; analogamente come nel suono, sono le armoniche che individuano il timbro o il metallo.

Non possiamo esimerci da un'ipotesi: essa è base del nostro ragionamento, e se posta in dubbio a pari ragione dovrà dirsi dubbia la dimostrazione. L'ipotesi consiste nel ritenere che nell'area epicentrale avvengano pressochè simultaneamente quante ondulazioni si contengono a distanza in una qualunque delle grandi divisioni in cui si scompone un sismogramma alle stazioni lontane. Sappiamo che un sismogramma di terremoto lontano consta di quattro parti, che con nomenclatura poco esatta si denominarono parti preliminari, principale e finale. Vuolsi che le successive, non siano che la ripetizione della prima parte, da cui solo differenziano nel periodo e nell'ampiezza. Detto altrimenti, molti ritengono che la porzione principale prenda origine da onde superficiali ed invece la prima parte preliminare origini da onde provenienti direttamente dall'ipocentro, ma vogliono che i due sistemi

di onde rispecchino le stesse modalità, e pari relazioni presentino le parti finali che sarebbero immagini od echi delle prime. L'ipotesi può anche enunciarsi dicendo che nell'area epicentrale (1), la massima parte delle onde, specie le onde lente, sfuggono alla registrazione a motivo di sovrapposizione, mentre compariscono via via col crescere della distanza, in virtù di un fenomeno di dispersione che può avere cause parecchie (2).

Questa dispersione a distanza separerà le onde e quindi le armoniche se esistono, cosicchè non si tratta più di mettere, come in acustica coi risuonatori, in evidenza una data onda nel cumulo di onde, ma semplicemente basterà confrontare i periodi nelle varie fasi dei sismogrammi, e vedere se sono armonici, se cioè i numeri d'oscillazione al secondo di caduna fase stanno tra loro nel rapporto dei numeri semplici. Se ciò si verifica, in base all'ipotesi enunciata, potremo parlare di un'estensione della legge Helmholtz ai solidi.

In questo studio, non era detto che le medie tratte da molti sismogrammi accrescessero la precisione dei risultati. Per l'influenza che la diversa intensità del fenomeno sismico e la varia distanza hanno sullo svolgersi dei sismogrammi e sul valore dei periodi apparenti, potevo incorrere nel rischio di fare le medie di periodi non appartenenti alla stessa fase. Le medie saranno solo possibili con materiale meglio vagliato e paragonabile. Per intanto, trattandosi della sola rozza ricerca del fenomeno, m'accontenterò di analizzare alcuni sismogrammi ottenuti in località e con apparecchi diversi.

(1) Diciamo area epicentrale e non ipocentrale, perchè si ritiene che in questa avvengano solo onde rapide, mentre alla superficie, secondo molti sismologi, convergono le onde rapide ipocentrali ed inoltre per effetto di quelle si formano le onde lente. All'ipocentro il movimento durerebbe solo brevi secondi, ma all'epicentro, dovendosi mettere in moto una grande area, il moto durerebbe parecchie decine di secondi. Non ci pronunziamo in merito, ma ricordiamo in proposito, che nei *Results of the orizontal Pendulum observations of earthquakes*, « July 1899, Tokyo » a pag. 42, il prof. Omori asserisce d'aver registrato anche nei terremoti vicini delle ondulazioni lente del periodo di 35 secondi.

(2) Togliamo la parola dispersione a prestito dall'ottica, senza intendere che la dispersione sismica sia analoga alla dispersione ottica. Il solido terrestre potrà avere per le onde meccaniche vero potere dispersivo, ma la dispersione può anche nascere per altre cause. Non contraddice all'esistenza d'un potere dispersivo terrestre il fatto che l'esperienza esclude che i suoni d'altezza diversa si propagano nell'aria e nell'acqua con rapidità molto diversa, e questo perchè noi abbiamo solo sperimentato entro distanze consentibili all'audizione e non sappiamo quel che succederebbe a grosse distanze, per esempio alle distanze dove arrivano i telesismi. La dispersione sismica potrebbe avere d'altra parte per causa la varia velocità nel mezzo eterotropo. Potrebbe ancora dipendere da relazione tra l'intensità di vibrazione e la velocità di propagazione. Nel classico trattato di J. Milne, *Earthquakes*, London 1886, l'A. raccoglie varie osservazioni per dimostrare che le maggiori velocità di propagazione corrispondono ai maggiori impulsi. Non citate dall'A. sono le esperienze di Régnault, sull'aria, che conducono a conclusioni analoghe (Régnault, *Rélation des expériences* ecc., tomo 3).

Del pari mi limiterò a quella parte dei sismogrammi dove i periodi, per essere men rapidi, offrono cifre più sicure. Basteranno pochi esempi per mostrare quanto d'interessante vi è nel fenomeno.

Come primo esempio, scelgo la parte principale del sismogramma tracciato dai pendoli orizzontali di Roma, addì 19 aprile 1902 in occasione del terremoto capitato al Guatemala alla distanza di 10,000 chilom. Ebbene tale porzione si presenta appunto formata da una serie di fasi, in ognuna delle quali il periodo rimane circa costante; pur diminuendo da una fase all'altra. Così due onde hanno il periodo di circa 33 sec., quattro onde il periodo di 26^s,5, altre il periodo medio di 19^s,5.

Andamento analogo troviamo volgendo a quell'altro sismogramma descritto dagli stessi apparecchi addì 9 ottobre 1900 in occasione del terremoto capitato all'Alaska distante 8600 chilom. La parte principale del diagramma consta di due onde del periodo di 49^s,3 e successivamente abbiamo cinque onde col periodo di 34^s,6, cinque onde col periodo di 26^s,2 e numerose altre del periodo medio di 20^s,8 circa. In questi due esempi i periodi trascritti, si presentano circa come i sottomultipli di un ipotetico e strano periodo fondamentale di circa 101^s. Abbiamo infatti:

Nel primo esempio:

$$\begin{aligned} 3 \times 33^s &= 99^s \\ 4 \times 26^s,5 &= 106^s \\ 5 \times 19^s,5 &= 97^s,5 \end{aligned}$$

E nel secondo esempio:

$$\begin{aligned} 2 \times 49^s,3 &= 98^s,6 \\ 3 \times 34^s,6 &= 103^s,8 \\ 4 \times 26^s,2 &= 104^s,8 \\ 5 \times 20^s,8 &= 104^s \end{aligned}$$

Trarremo un terzo esempio da un sismogramma ottenuto in altra località e con altro apparecchio. Si tratta del sismogramma del terremoto lontanissimo del 25 maggio 1901 registrato a Padova col Microsismografo Vicentini⁽²⁾.

La parte principale di quel diagramma mostra che nella componente est-ovest si può rinvenire la serie accennata e trovare successivamente quattro oscillazioni del periodo medio di 52^s, dodici onde del periodo medio di 33^s,7, poi sinuosità leggerissime molto lente, poi ventitre onde del periodo medio di 20^s,4, tre onde col periodo medio di 17^s,2 e finalmente altre otto onde del periodo di 15^s,5. — Nella componente nord-sud si possono rilevare periodi analoghi e cioè di 50^s, di 27^s, di 19^s, di 17^s.

Come negli esempi già citati, il prodotto di questi periodi medi per numeri semplici è circa costante, altrimenti detto i successivi periodi sono

(²) Bollettino sismografico dell'Istituto di Fisica della R. Università di Padova. Anno 1901.

armonici della cifra che indica quel prodotto. Abbiamo infatti:

$$\begin{array}{ll} 2 \times 51^s = 102^s & 5 \times 19^s,7 = 98^s,5 \\ 3 \times 33^s,7 = 101^s,1 & 6 \times 17^s,2 = 103^s,2 \\ 4 \times 27^s,0 = 108^s & 7 \times 15^s,5 = 108^s,5 \end{array}$$

Quanto sopra è descritto si ritrova su per giù in tutti i sismogrammi dei terremoti lontanissimi. Quasi sempre, lungo la parte principale dei sismogrammi i periodi decrescono per fasi e sempre tali periodi possono combinarsi in serie armonizzanti tra loro, oppure con qualche variabile periodo fondamentale. Ricordo tra le altre, la serie di 40, 20, 13 e 10 secondi.

Piacemi dare un ultimo esempio, e lo scelgo nelle relazioni date dal professor Omori dei sismogrammi dei maggiori e più distanti terremoti registrati a Tokyo dal 4 settembre 1899 al 22 settembre 1902 (1). — Da questo spoglio risulta di nuovo che nella parte principale dei sismogrammi è possibile di considerare i primi periodi come legati da relazione armonica coi successivi. La mancanza di alcuni termini appoggia anzichè menomare il fenomeno, e certe ambiguità nelle armoniche possono naturalmente dipendere dalla variabilità delle fondamentali. Riferendomi alla serie già accennata nei precedenti esempi, dirò che non solo nei singoli sismogrammi, si svolgono vari termini di quella serie, ma anche nei valori medi, dedotti da dieci sismogrammi, si ritrova quella serie nelle cifre di 52,4 — 33,9 — 24,0 — 21,3 — 15,2 — 13,4 — 12,3 secondi. Le armoniche accennano fino alla settima, ed ottava sempre che quest'ultime non appartengano a fondamentali men lente.

Abbiamo fin qui considerato i soli sismogrammi di terremoti lontanissimi, ma anche guardando ai sismogrammi dei terremoti men lontani nei quali le onde più lente sono ancora sovrapposte ad altre men lente, si riscontrano degli esempi di armoniche; soltanto i primi periodi della parte principale sono minori degli analoghi periodi nei terremoti lontanissimi.

Siamo lungi dall'insistere sul valore assoluto delle cifre. Se per avere consultato un materiale limitato e non ben classificato, e se per essere difficile evitare l'arbitrio in divisioni di tal genere, le serie armoniche non sono quelle da noi messe in cifre, non di meno l'esistenza delle armoniche ha probabilità di costituire un fatto reale. L'essere il numero delle onde men lente, in tutti i casi, maggiore del numero delle onde lente, parla in favore del fenomeno che crediamo aver messo in luce.

Se le ulteriori investigazioni confermeranno questo modo di vedere, sarà possibile una più razionale divisione dei sismogrammi in fase. Nota la successione normale dei periodi, decrescenti p. es. da sinistra a destra, dovrebbero i

(1) *Publication of the Earthquake Investigation Committee in Foreign Languages*, n. 13. Tokyo.

periodi dei terremoti lontanissimi avvicinarsi più alle cifre di sinistra ed i periodi dei terremoti men lontani accostarsi più alle cifre di destra, in altri termini esservi relazione tra le distanze dell'ipocentro e la posizione del sismogramma rispetto una scala normale.

Per quanto forma l'oggetto della presente Nota, non vi sarebbe ragione perchè la legge intraveduta non avesse a verificarsi nelle prime parti del sismogramma, se in base all'ipotesi premessa, la parte principale, con altre costanti, rispecchia le modalità di quelle parti.

Si potrebbe allora concludere « che nei solidi, tanto per uno scuotimento interno, quanto per uno scuotimento alla loro superficie esterna, nei due casi, vale la legge che Helmholtz ha trovato pel timbro, e cioè che nello scuotimento, oltre alle vibrazioni di quel periodo, coesistono le vibrazioni armoniche atte a caratterizzare il modo di scuotimento ».

Fisica terrestre. — *Sulla variazione del campo magnetico orizzontale terrestre coll'altezza sul livello del mare.* Nota del dott. A. POCHETTINO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Le recenti ricerche sulla distribuzione delle forze magnetiche terrestri, hanno più che mai resa interessante la ricerca della variazione del campo magnetico della terra coll'altezza sul livello del mare. Dallo studio di tutto il nuovo materiale d'osservazione lo Schmidt (1) giunge ad un risultato di capitale importanza, che cioè, malgrado la parte essenziale delle forze magnetiche terrestri sia da riguardarsi come dovuta all'interno della terra, circa $\frac{1}{40}$ però della forza totale viene generato all'infuori di esso e che la sua ragione d'essere deve, forse, essere ricercata nei fenomeni elettrici che si compiono nell'atmosfera; ciò appare tanto più verosimile ora che le nuovissime ricerche su questi fenomeni hanno condotto ad ammettere l'esistenza di vere e proprie correnti nell'atmosfera.

La teoria di Gauss (2), nell'ipotesi che le cause della magnetizzazione terrestre siano interne alla terra, permette di calcolare la variazione della componente orizzontale del magnetismo terrestre coll'altezza sul livello del mare; per le nostre regioni essa dovrebbe essere circa di 0,0001 unità per ogni 1000 metri di elevazione.

Sperimentalmente la questione venne studiata da molti per cercare di controllare coi dati dell'esperienza questo risultato puramente teorico, e il risultato quasi generalmente concorde di tutte le misure compiute è che

(1) Aër. Mitth. 1901 pag. 138; Ebert H., *Magnetische Messungen in Ballon.*

(2) Sitz. Ber. d. Wiener Akademie, 107, II, pag. 753, 1898; Liznar, *Ueber die Änderung der erdmagnetischen Kraft mit der Höhe.*