

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCI.

1894

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME III.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1894

« 7°) il sistema (∞^8 o ∞^9) delle quadriche con un punto base semplice o senza punti base;

per $n = 8$ anche

« 8°) il sistema ∞^9 delle superficie quartiche con punto triplo base, due rette base doppie per esso, ed in esso (oltre al piano delle due rette) lo stesso cono quadrico tangente irriducibile (sistema rappresentativo d'un cono di 2^a specie).

« Questi sistemi tipici irriducibili fra loro sono nel caso generale i rappresentanti d'ordine minimo di ciascuna classe: racchiudono come casi particolari tutti i sistemi di quadriche con punti base semplici ».

Matematica. — *Sopra alcune trasformazioni delle equazioni della dinamica del punto.* Nota del dott. MICHELE LEONCINI, presentata dal Socio BIANCHI.

Elettricità. — *Sulla legge della dissipazione di energia nei dielettrici sotto l'azione di campi elettrici di debole intensità.* Nota di RICCARDO ARNÒ, presentata dal Socio FERRARIS.

Queste Note saranno pubblicate nel prossimo fascicolo.

Fisica terrestre. — *I terremoti di lontana provenienza registrati al Collegio Romano.* Nota del dott. G. AGAMENNONE, presentata a nome del Corrispondente TACCHINI.

« Nella seduta del 21 maggio dello scorso anno ⁽¹⁾ ebbi l'onore di comunicare all'Accademia i primi risultati ottenuti da un nuovo *sismometro-grafo* a registrazione continua, installato fin dal gennaio 1893 sulla torre del Collegio Romano, costruito con un pendolo lungo circa sei metri e con una massa di kg. 75. Mediante questo strumento fu possibile registrare il passaggio di onde simiche lievissime provocate da lontani terremoti, quali furono quelli di *Zante* del 31 gennaio e 1° febbraio 1893, quello di *Samo-tracia* del 9 febbraio, di *Aleppo* del 2-3 marzo, di *Serbia* dell'8 aprile, e nuovamente di *Zante* del 17 aprile.

« D'allora in poi si sono moltiplicati gli esempi di registrazione di scosse, quantunque coll'epicentro fuori d'Italia. Così il 14 giugno dello stesso anno

⁽¹⁾ *I terremoti e le perturbazioni magnetiche.* Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, ser. 5^a, vol. II, 1° sem. 1893, p. 479.

il nuovo sismometrografo di Roma fu sensibilmente perturbato da un terremoto rovinoso nell'Epiro. Minori tracce si ebbero il 3 luglio per un terremoto a *Corfù* ed a *Valona*, il quale in queste località non fu nemmeno generalmente avvertito. — Il 4 agosto si ebbe un'altra forte scossa a *Zante*; ed anch'essa fu registrata, benchè lievemente, a Roma. — Il 22 settembre poi si riscontrarono forti tracce nel sismometrografo del Collegio Romano, indubbiamente da attribuirsi a lontano terremoto, sebbene fino ad oggi non se ne conosca ancora l'epicentro. Infatti, circa la medesima ora di Roma furono visti oscillare fortemente due lunghi tromometri al vicino Osservatorio di Rocca di Papa, e furono perturbati i *pendoli orizzontali* di Nicolaiew e Charcow in Russia. — Il 5 novembre scoppiò un violento terremoto nel *Turkestan* e nel nord dell'*Indostan*. il quale non mancò di essere registrato a Roma con sensibilissime tracce, nonostante sì enorme distanza. Questo terremoto fu pure registrato questa volta al vicino Osservatorio di Rocca di Papa da un sismometrografo, costruito da poco tempo ad imitazione di quello installato al Collegio Romano, salvo che la lunghezza del pendolo fu alquanto aumentata (7 metri), e la massa pendolare fu elevata fino a 100 Kg. — Venendo al 1894, di grande importanza è stato il terremoto, registrato tanto a Roma quanto a Rocca di Papa verso il mezzogiorno del 22 marzo. Intorno ad esso mancano ancora esatte notizie, per ciò che si riferisce alla sua origine; ma sembra che il medesimo sia provenuto dal Giappone. — Più recentemente poi, si sono ottenute rilevanti tracce in Roma in seguito ai disastrosi terremoti scoppiati in Grecia alla sera del 20 e 27 aprile, e registrati in Italia il primo verso le 18^h 20^m, ed il secondo circa le 20^h 50^m (t. m. E. C.) (1). Le notizie particolareggiate, relative agli Osservatori geodinamici italiani, intorno a quest'ultimi due terremoti, saranno in breve rese di pubblica ragione nei Supplementi al *Boll. Met. dell'Uff. Cent. di Met. e Geod.*, al pari di quanto è stato già fatto per tutti gli altri precedenti.

« Molti dei terremoti sopra riportati furono indicati dai *pendoli orizzontali* di Strasburgo, Nicolaiew e Charcow e dagli apparecchi magnetici di alcuni Osservatori d'Europa. La circostanza poi che i terremoti di lontanissima provenienza siano stati indifferentemente registrati dagli strumenti sismici, dai livelli astronomici, dai pendoli orizzontali e dai magnetografi, e che anche in quest'ultimi la perturbazione si sia manifestata ad ore posteriori all'avvenimento delle scosse all'epicentro e tanto più alte quanto maggiore risulta la distanza da esso, sempre più conferma quello che già altre volte ho sostenuto, che cioè l'agitazione dei magneti è dovuta unicamente a movimento

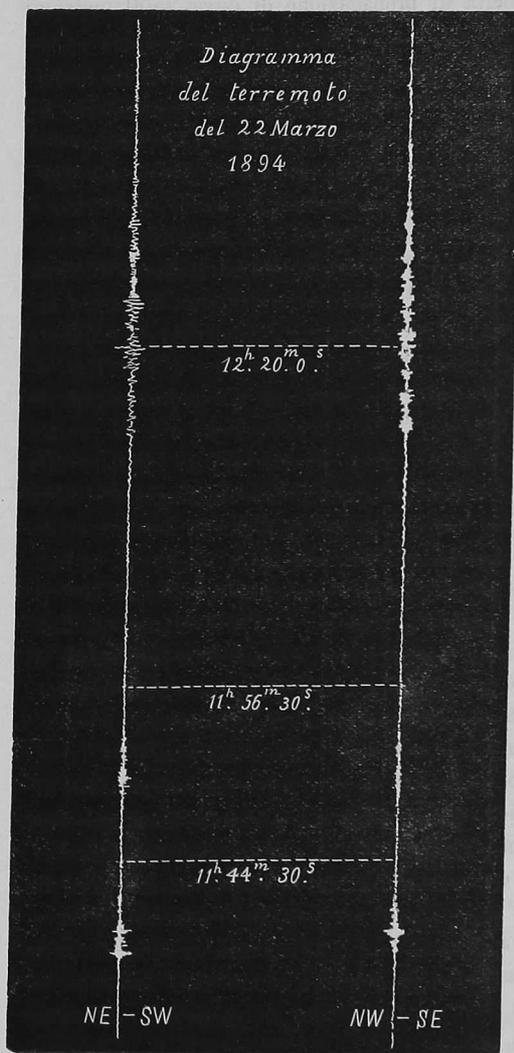
(1) Quest'ultimi tre terremoti furono pure assai bene registrati da un nuovo strumento, installato sul principio del 1894 a Siena dal prof. G. Vicentini, il quale, sull'esempio dei nuovi sismometrografi di Roma e di Rocca di Papa, ha utilizzato una forte massa pendolare, allo scopo di vincere l'attrito inevitabile, inerente alla registrazione meccanica.

del suolo, in seguito al passaggio delle onde sismiche colla abituale loro velocità di propagazione.

« I diagrammi dei terremoti sopra ricordati, ottenuti mediante il nuovo sismometrografo del Collegio Romano, saranno a suo tempo riprodotti negli *Annali dell'Uff. Centr. di Met. e Geod.* Molti di essi mostrano che il movimento è andato dapprima

più o meno regolarmente crescendo e quindi decrescendo, dopo raggiunta la fase massima; altri invece presentano diversi massimi assai pronunciati, divisi fra loro da intervalli di calma relativa. Del tipo dei primi sono i due diagrammi delle scosse della Grecia del 20 e 27 aprile 1894, i quali rassomigliano assai a quello del terremoto di Samotracia del 9 febbraio 1893, già riprodotto nella Nota sopra citata, salvo che, per grandezza, quest'ultimo risulta quasi metà in confronto di quello del 27 aprile. Un bello esempio del tipo dei secondi è il diagramma, relativo al terremoto del Giappone del 22 marzo 1894, che ho creduto dover qui riprodurre in vera grandezza, sia perchè porge una idea anche di tal genere di diagrammi, sia per il massimo interesse che presenta sotto vari punti di vista, che sono: anzitutto la distanza veramente enorme (circa un intero quadrante terrestre) da cui questa volta giunsero le

onde sismiche, poi la stragrande durata del movimento del suolo che ha persistito per circa un'ora e mezzo, infine il lungo periodo delle onde sismiche, le quali per la prima volta si sono manifestate così lente da rendersi assai bene



visibili, nonostante la tenue velocità della carta (circa 13^{cm} all'ora). Sullo stesso diagramma sono segnate alcune ore, espresse in t. m. E. C. La misura del periodo ondulatorio del suolo si è resa possibile soltanto sulle tracce della comp. NE-SW, dove la penna scriveva più sottile, e sono risultati ben 17,6 minuti secondi per il passaggio di un'intera onda sismica; ciò che porterebbe a concludere, ammettendo una velocità di propagazione di circa 2500 metri al secondo (quale fu per l'appunto trovata in altri terremoti di grandissima estensione) che la lunghezza di una completa onda sismica sarebbe stata di una quarantina di chilometri. Queste lente ondulazioni del suolo cominciarono ad apparire verso le 11^h58^m; mentre dal principio del terremoto (11^h37^m20^s) fino a quest'ora sembra che il periodo oscillatorio sia stato assai più breve, a giudicare almeno dalle tracce così serrate, da risultare in parte sovrapposte l'una all'altra.

« Inutile dire che il nuovo sismometrografo del Collegio Romano ha registrato inoltre molte altre scosse, verificatesi qua e là in diversi punti d'Italia. E notevole però il fatto che quest'ultime siano state indicate con tracce di quasi uguale grandezza tanto in detto strumento quanto nel sismometrografo Brassart, pure a registrazione continua, il cui pendolo ha una lunghezza quattro volte minore, ed una massa sette volte circa più piccola (¹). Il passaggio delle onde sismiche, causate in remoti epicentri al di fuori d'Italia, è stato bensì registrato alcune volte anche dal piccolo sismometrografo, ma quasi sempre con tracce talmente insignificanti che sarebbe riuscito impossibile uno studio proficuo del diagramma ottenuto.

« Può rendersi forse ragione di questa diversa maniera di comportarsi dei due strumenti, riflettendo che nel caso di terremoti, avvenuti a distanze piuttosto piccole, il periodo di oscillazione del suolo è relativamente breve (sempre una frazione di minuto secondo); ed allora la massa del pendolo, funzionando da *stazionaria*, si presta ugualmente bene, come punto fisso ed immobile, alla registrazione del movimento effettivo della torre. Quando invece si tratti di terremoti provenienti da lontanissime contrade, sembra che la superficie terrestre assuma la conformazione di notevoli onde, alla stessa guisa di ciò che suole avvenire in mare; ma queste risultano, al contrario di quelle marine, di lunghezza veramente enorme. Il passaggio di siffatte onde terrestri modificerebbe periodicamente e con più o meno lentezza, secondo i casi, la posizione della verticale (filo a piombo), sicchè la massa stessa dei diversi pendoli sarebbe costretta ad assumere successive posizioni, in guisa che lo spostamento del suo centro di gravità risulterebbe maggiore nei pendoli più lunghi e minore nei più corti, sebbene la deviazione angolare possa essere

(¹) Si riscontrano pure tracce, ugualmente ampie, in entrambi questi due sismometrografi in occasione di passaggio di truppa nelle adiacenze del Collegio Romano, nel qual caso la torre oscilla con un periodo di circa $\frac{1}{4}$ di minuto secondo, vale a dire che essa compie quattro oscillazioni semplici al minuto secondo.

la stessa in tutti. Questo modo di vedere sembra per l'appunto comprovato dai sismometrografi del Collegio Romano, nei quali le tracce maggiori si riscontrarono costantemente in quelli col pendolo più lungo. L'esperienza però mi ha dimostrato come la grandezza delle tracce non sempre sia proporzionale alla lunghezza dei varî pendoli impiegati, sia a causa della diversa entità degli attriti nei varî strumenti, sia a causa d'interferenza tra i movimenti del suolo e quelli proprî della massa pendolare, sia a causa di successiva e graduale amplificazione nel movimento di questa, in seguito ad un maggiore o minore sincronismo dei pendoli colle ondulazioni del suolo.

« Questa proprietà dei sismometrografi, a *massa stazionaria*, di potere registrare tanto i terremoti vicini quanto quelli lontani, è un requisito che manca a tanti altri strumenti, come i pendoli orizzontali, i tromometri, gli strumenti magnetici ecc., appunto perchè in questi la massa pendolare è completamente libera, e non è quindi raro il caso che i medesimi possano rimanere indifferenti allo scoppiare di terremoti anche a piccolissime distanze. A mio parere adunque, sotto il punto di vista puramente sismologico, la nostra attenzione deve essere rivolta al perfezionamento del sismometrografo a pendolo, e nel far sì che il medesimo possa da solo sostituire con vantaggio tutta l'interminabile serie di apparecchi sismici finora costruiti, e diventare così uno strumento unico d'investigazione per lo studio completo dei terremoti, come già altra volta ho avuto occasione di dire (1). Assecondando questo mio modo di vedere, il chiarissimo prof. P. Tacchini, direttore dell'Uff. Centr. di Met. e Geod., ha favorevolmente accolto il mio desiderio di far costruire un altro modello di sismometrografo, il quale rappresenti un passo in avanti anche per rispetto all'ultimo costruito, che ha registrati in modo così soddisfacente i terremoti di sopra menzionati.

« Nel novello strumento è aumentata la lunghezza del filo di sospensione del pendolo fino a 16 metri (2), e per mantenere in esso la voluta sensibilità, è stata in pari tempo portata a 200 kg. la massa pendolare. Oltre a ciò fu raddoppiata la velocità nello svolgimento ordinario della carta sotto gli stili scriventi, e furono introdotti parecchi altri miglioramenti, tra cui quello della registrazione automatica del tempo di mezz'ora in mezz'ora, mediante un piccolo spostamento laterale della zona di carta al di sotto degli stili scriventi, senza che questi vengano in niun modo perturbati.

« Questo apparecchio, già quasi del tutto installato al Collegio Romano, spero che acquisterà una sensibilità straordinaria, da avvicinare, se non ugua-

(1) Vedi l'ultima pagina della mia relazione *I terremoti segnalati a Roma nel biennio 1891-92 ed il sismometrografo a registrazione continua*. Ann. dell'Uff. Cent. Met. e Geod. It., ser. 2^a, vol. XII, parte I, 1890, p. 175 — Roma, 1893.

(2) Questa è la massima lunghezza, di cui si può per adesso provvisoriamente disporre, fino a che non si possa utilizzare un altro locale, meglio adatto e già in vista, nel quale si raggiungerà un'altezza di circa 30 metri.

gliare, quella finora posseduta dal pendolo orizzontale dal dott. E. von Rebeur-Paschwitz, con questo di vantaggio che al confronto di quest'ultimo risulterà di minor costo, di più facile maneggio e di minor spesa giornaliera di manutenzione. Di più, grazie alla notevole velocità della zona di carta, fornirà diagrammi assai particolareggiati, su i quali sarà inoltre possibile ricavare le ore delle varie fasi con la massima precisione. Infine avrà il requisito, già accennato, di prestarsi ugualmente bene alla registrazione di qualsiasi specie di terremoto, anche di quelli coll'epicentro assai vicino.

« Questo strumento, al pari di quello attuale, registrerà ingranditi i movimenti del suolo o della massa pendolare nel rapporto di circa 1 a 10, mediante penne ad inchiostro scriventi su carta bianca; ma questa sarà in appresso così levigata da permettere la registrazione anche quando essa aumenti considerevolmente la propria velocità in occasione di una scossa, mediante il funzionamento automatico dell'annesso *registratore a doppia velocità* (1).

« A prima vista parrebbe che la sensibilità del suddetto strumento si potesse, volendo, spingere ad un grado sempre più alto coll'aumentare il rapporto dei bracci di leva degli stili scriventi; ma si comprenderà che a pari massa e con uguale attrito, inerente alla registrazione meccanica, ciò che si guadagna in ingrandimento si perde in sensibilità, se si eccettuino quei casi in cui il movimento del suolo sia di carattere rapidissimo e assai brusco per modo che l'attrito risulti meno dannoso a causa dell'inerzia più pronunciata della massa.

« Potendosi però disporre di masse enormi, è certo che si potrebbe impunemente aumentare la moltiplicazione degli stili, e raggiungere in tal guisa una straordinaria sensibilità dello strumento sia per terremoti vicini, sia per quelli lontani (2). È pure ovvio il vantaggio che si ricaverebbe dall'adottare lunghezze sempre più grandi nel pendolo; ma si comprende facilmente come nella pratica vi sia in ciò un limite, che non sempre può essere sorpassato senza andare incontro a molti inconvenienti, che potrebbero compromettere la bontà dei diagrammi delle scosse.

(1) Si trova descritto nei rendiconti della R. Acc. dei Lincei, Ser. 5^a. Vol. I, 2^o sem. 1892, p. 247.

(2) Però debbo far riflettere che in pratica vi è un limite nell'amplificazione degli stili scriventi, imposto unicamente dal fatto che col rendere eccessivamente lunghi gli stili, questi possono vibrare per conto proprio se non siano costruiti con speciali cautele, non sempre compatibili colla leggerezza che essi debbono avere. Questo inconveniente si può, è vero, in parte rimuovere accoppiando insieme più leve amplificatrici; ma in tal caso si va incontro a maggiori attriti ed a tanti altri inconvenienti, già riconosciuti per le amplificazioni meccaniche eccessive. Si potrebbe pure rimediare all'inconveniente lamentato, col rendere assai piccolo il braccio corto delle leve amplificatrici; ma in tal caso si deve temere che possa risultare troppo variabile l'ingrandimento dell'apparecchio per movimenti piuttosto sensibili, sia del suolo, sia della massa pendolare.

« Torna qui utile fare un confronto con il *tromometro fotografico*, da me proposto nella sua ultima forma (1), il cui scopo è di poter sostituire con vantaggio i sismometrografi a registrazione meccanica, quando i movimenti del suolo siano così lievi da sfuggire completamente ai medesimi. Anzi se ben si consideri, detto strumento potrebbe più propriamente chiamarsi *sismometrografo fotografico*, perchè appunto il suo modo di funzionare non differisce essenzialmente dai sismometrografi a registrazione meccanica, salvo una minore entità degli attriti nel meccanismo, la totale soppressione degli stili scriventi, ed una assai maggiore amplificazione del movimento coll'uso degli specchi (2). Infatti, negli attuali tromometri fotografici, già costruiti, la lunghezza del piccolo braccio superiore del *pendolino moltiplicatore* essendo di circa 3^{cm} e la distanza della carta fotografica dagli specchi di circa due metri (3), l'ingrandimento risulta approssimativamente di 130 volte il moto effettivo sia del suolo, sia della stessa massa pendolare, mentre tale ingrandimento si è creduto limitare a sole 10 volte nei sismometrografi fin qui costruiti.

« Si sa bene che accrescendo sempre più nei sismometrografi tanto la massa, quanto la lunghezza del pendolo, si potrà fare una seria concorrenza alla sensibilità degli attuali tromometri fotografici; ma non bisogna dimenticare che sarà sempre in nostro potere di fare altrettanto in quest'ultimi, per assicurarne la superiorità. In questa lotta, che potrà ingaggiarsi tra le due specie di strumenti, ognun vede come, a pari massa e lunghezza del pendolo, la vittoria deve sicuramente restare al *tromometro fotografico*, come quello in cui è affatto soppresso l'attrito all'estremità degli stili scriventi, e sono considerevolmente ridotti tutti gli altri (4).

(1) Si trova descritto nei Rendiconti della R. Acc. dei Lincei — Ser. 5^a, Vol. 11^o, 1^o sem. 1893, p. 28.

(2) Il sismometrografo ha finora sopra il tromometro fotografico la superiorità incontrastabile della maggior velocità nello svolgimento della carta, la quale permette una maggior precisione nelle ore e maggiori particolarità nei diagrammi. Ma se per il momento, a solo scopo di economia, dobbiamo accontentarci della velocità di 3^{cm} all'ora data alla carta fotografica, ciò non toglie in appresso che questa si possa far svolgere anche con maggior prestezza, sostituendo un altro accencio registratore al tamburo, sul quale ora è avvolta.

(3) Nel *pendolo orizzontale* del dott. E. von Rebeur-Paschwitz l'apparato per la registrazione fotografica è situato a circa 4 1/2 metri dallo specchio; ciò che fa vedere non essere difficile ottenere un'amplificazione maggiore nel mio tromometro fotografico, tanto più se si pensi di provvedere ad una maggiore nettezza delle linee focali, mediante l'aggiunta di una lente cilindrica a corto fuoco dinanzi alla fessura del tamburo registratore, come ha proposto lo stesso Rebeur-Paschwitz.

(4) Prendo qui l'occasione per accennare ad un perfezionamento da arrecarsi al mio tromometro fotografico, rendendone così ancor più completa la rassomiglianza col nuovo tipo di sismometrografo da me costruito. Si tratterebbe di sostituire due specchietti verticali, posti in un medesimo piano, ai due bracci più lunghi delle leve moltiplicatrici del

« Nel fin qui detto, ho inteso sempre parlare di registrazione meccanica o fotografica delle sole componenti orizzontali del movimento sia del suolo, sia della massa del pendolo. In quanto alla componente verticale, io ritengo utile doversi ricorrere ad una 2^a massa a parte, la quale possa comportarsi anche da *stazionaria* in presenza di movimenti sussultori piuttosto rapidi del suolo, acquistando, mediante opportuno congegno, un lungo tempo di oscillazione dall'alto al basso e viceversa, paragonabile a quello posseduto dall'altra massa, destinata alle due componenti orizzontali. La costruzione di tale congegno è senza dubbio non facile; ma non è a dubitare che con tenacità di propositi si finirà per riuscire allo scopo prefisso.

« Inutile dire che la registrazione della componente verticale deve effettuarsi sulla stessa carta, su cui sono registrate le due orizzontali ».

Fisica. — *Ulteriori esperienze sopra un nuovo tipo d'igrometro.* Nota di G. AGAMENNONE e F. BONETTI, presentata dal Socio BLASERNA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

sismometrografo. Con tale disposizione si farebbe a meno del prisma a riflessione totale per la registrazione di una delle due componenti orizzontali; e potendosi rendere assai vicino (anche a meno di un centimetro) il filo di sospensione del pendolo agli assi di rotazione degli anzidetti specchietti, si otterrebbe notevolmente accresciuto l'ingrandimento dello strumento. Come si vede, il *pendolino amplificatore*, che è verticale nel tromometro già costruito, verrebbe rimpiazzato da due piccole leve orizzontali, ciascuna delle quali ruoterebbe attorno ad un delicatissimo asse verticale. I due assetti verticali rimpiazzerebbero adunque l'attuale sospensione cardanica del pendolino amplificatore. Inutile dire che colla nuova posizione degli specchietti, le linee focali risulterebbero adesso verticali, e per conseguenza il tamburo del registratore fotografico dovrebbe disporsi coll'asse di rotazione orizzontale. Per rendere poi sensibile lo strumento ai più piccoli movimenti del suolo, basta accrescere il più possibile la massa pendolare allo scopo di poter vincere gli attriti inerenti allo strumento, e cioè quello, estremamente piccolo, dovuto agli assi di rotazione degli specchietti, e quello derivante dalla lieve pressione con cui il filo di sospensione del pendolo deve essere premuto contro le asole, ad angolo retto tra loro, relative alle due piccole leve orizzontali degli specchietti mobili. Con questa nuova disposizione del tromometro, l'accrescimento della massa non presenta in pratica alcuna difficoltà, poichè la medesima viene a stare al disotto dello strumento, e non è neppure necessario che abbia una forma regolare.