

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI  
ANNO CCXCVI.

1899

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VIII.

1° SEMESTRE



ROMA  
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1899

**Fisica terrestre.** — *Sull'influenza della pressione barometrica nelle determinazioni della componente orizzontale del magnetismo terrestre.* Nota del dott. G. BELLAGAMBA, presentata dal Socio BLASERNA.

Sulle tracce di uno studio del prof. Kuhn fatto nel 1846 <sup>(1)</sup> mi proposi decidere se in misure di intensità assoluta magnetica terrestre, influisca la pressione barometrica; se cioè in ricerche di grande precisione occorra tener calcolo della quota altimetrica sul mare del luogo in cui esse vengono eseguite.

Invero ogni mobile oscillante in un fluido va soggetto ad una perdita di forza viva, dipendente dalla densità del mezzo, per il moto che esso comunica alle particelle del fluido circostante. Quando il mobile è un magnete, a questa perdita va aggiunta inoltre quella derivante dalla suscettibilità magnetica del fluido, la quale diminuisce l'intensità del campo agente sul magnete, di un termine  $H \frac{\mu}{m}$  se  $\mu$  è il momento unitario indotto dal campo nel mezzo fluido,  $m$  il momento unitario del magnete.

Ma nel caso nostro in cui l'ambiente considerato è l'aria,  $\mu$  è piccolissima; può ritenersi quindi trascurabile questa seconda causa perturbatrice. Resta allora a decidere se per la prima causa si abbiano differenze calcolabili.

Le condizioni pratiche, cioè di un magnete che oscilla in seno ad una massa d'aria rinchiusa in un recipiente stretto, non sono accessibili ad una trattazione teorica; perciò mi sono proposto di attaccare la questione da un punto di vista puramente sperimentale. Si trattava dunque di esaminare se la durata d'oscillazione d'un magnete varia con la pressione. A questo scopo esegui numerose misure; e ad ottenere risultati il più possibile evidenti, sperimentai a pressioni molto diverse fra loro, e cioè alla pressione ordinaria, e a 60<sup>mm</sup> di mercurio. Trattandosi di misure di tempo mi fornii di un buon cronometro ad andamento regolare. Per ricondurmi poi alle condizioni in cui le ricerche d'intensità magnetica terrestre vengono eseguite, l'apparecchio di cui mi servii non era che un comune magnetometro che ebbi cura di costruire a perfetta tenuta d'aria.

Una scatola di vetro, entro cui oscillava il magnete, veniva ermeticamente chiusa da una lastra pure di vetro che s'applicava superiormente, e nel cui centro era imperniato un lungo tubo d'ottone. Alla sommità del tubo scorreva una asticella per appendere il filo di sospensione della sbarra magnetica. Due rubinetti permettevano le comunicazioni con un manometro

<sup>(1)</sup> Pogg. Annalen 71, 124; 1847.

e con una pompa aspirante. Come si intende ebbi cura che il filo fosse senza torsione nella posizione di riposo.

I magneti adoperati nelle mie ricerche furono tre, per forma e peso diversi tra loro: il primo parallelepipedico di grandezza ordinaria, come generalmente si usano nei magnetometri (lunghezza mm. 90, larghezza mm. 9,8, spessore mm. 4, peso gr. 28); il secondo laminare (lunghezza mm. 90, larghezza mm. 10, spessore mm. 0,4, peso gr. 3) e questo venne adoperato sospeso per coltello; il terzo cilindrico (lunghezza mm. 100, raggio mm. 5,04, peso gr. 50). Per ognuno di questi magneti misurai le durate d'oscillazioni,  $T_1$  alla pressione ordinaria,  $T_2$  alla pressione di 60 mm.; servendomi del metodo di Hansteen.

La incostanza della  $H$  durante le osservazioni e le possibili variazioni di temperatura, potevano essere cause d'errori non trascurabili. Per compensarne il più possibile gli effetti, eseguii le mie misure alternativamente una a pressione ordinaria e una a pressione ridotta. Riunii poi in gruppi di tre tutte le mie misure secondo l'ordine di successione in cui vennero eseguite, e in modo che a due misure alla stessa pressione, ne fosse sempre interposta una a pressione diversa. Ogni gruppo mi dava così un valore di  $T_1$  e il relativo valore di  $T_2$ , uno dei quali era tratto dalla media delle due misure estreme, l'altro dalla misura interposta. Ridussi quindi queste durate di oscillazione, ad archi infinitesimi per mezzo della comune formola del Borda, che verificai potersi applicare anche alle mie misure senza bisogno di tener conto di termini ulteriori della serie, malgrado che in alcune di esse l'ampiezza di oscillazione raggiungesse il valore di  $50^\circ$ .

Per sottrarmi alle azioni perturbatrici dei materiali in ferro dei fabbricati, operai nell'Orto Botanico della R. Università di Roma, grazie alla cortesia del prof. Pirotta.

Le mie misure furono assai numerose; ed esse, non avendo io potuto sperimentare che in giorni calmi di vento e senza pioggia, si protraggono dal marzo all'agosto. Ebbi così in battiti di orologio (un battito è  $\frac{1}{150}$  di 1') le durate d'oscillazione dei tre magneti, che riunite, come dissi, tre a tre, disposi in tabelle delle quali, a titolo d'esempio, riporto la prima, a cui tutte le altre sono simili.



*Magnete parallelepipedico.*

TABELLA I (1).

Numero d'ordine	Data della misura	Ora media della misura	Durata d'oscillazione		Differenza
			a pressione ordinaria	a pressione ridotta	
1	23 marzo . . .	h ' 12, 30	b 32, 73798	b 32, 73543	b 0, 00255
2	2 aprile . . .	10 30	32 81382	32 81159	0 00223
3	3 " . . .	9 00	32 78750	32 78489	0 00261
4	4 " . . .	15 00	32 77440	32 76948	0 00492
5	12 " . . .	15 00	32 91733	32 91624	0 00109
6	13 " . . .	10 30	32 89290	32 88949	0 00341
7	14 " . . .	10 30	32 91976	32 91863	0 00113
8	25 " . . .	11 00	33 00100	32 99845	0 00255
9	26 " . . .	11 30	32 97977	32 97136	0 00841
10	1 maggio . . .	10 00	33 03087	33 02520	0 00567
11	4 " . . .	12 30	33 12738	33 12334	0 00404
12	15 " . . .	11 30	33 06453	33 05868	0 00585
13	25 " . . .	10 30	33 02561	33 01873	0 00688
14	26 " . . .	9 30	33 05652	33 04400	0 01252
15	1 giugno . . .	16 15	33 03762	33 03399	0 00363
16	2 " . . .	17 15	33 08924	33 08800	0 00124
17	3 " . . .	11 30	33 12182	33 11086	0 01096
18	4 " . . .	10 30	33 09594	33 08601	0 00993

*Magnete laminare.*

TABELLA II.

Numero d'ordine	Data della misura	Ora media della misura	Durata d'oscillazione		Differenza
			a pressione ordinaria	a pressione ridotta	
1	12 luglio . . .	h ' 15, 15	b 14, 55012	b 14, 48432	b 0, 06580
2	13 " . . .	17 30	14 57559	14 52349	0 05210
3	14 " . . .	13 15	14 57198	14 51073	0 06125
4	14 " . . .	15 00	14 58445	14 52076	0 06369
5	14 " . . .	16 30	14 57100	14 50485	0 06615
6	15 " . . .	9 45	14 56983	14 50783	0 06200
7	15 " . . .	10 15	14 58495	14 51827	0 06668
8	16 " . . .	11 30	14 58693	14 51852	0 06841
9	16 " . . .	15 15	14 59241	14 52100	0 07141
10	17 " . . .	16 00	14 58992	14 52549	0 06443
11	17 " . . .	17 15	14 58942	14 52500	0 06442

(1) Notevole in questa tabella è l'aumento nella durata d'oscillazione, che si verifica seguendo l'inoltrarsi della stagione calda dal marzo all'agosto. Questo fatto si deve, come ognuno sa, al decremento che subisce il momento magnetico di un ago per effetto degli incrementi di temperatura.



*Magnete cilindrico.*

TABELLA III.

Numero d'ordine	Data della misura	Ora media della misura	Durata d'oscillazione		Differenza
			a pressione ordinaria	a pressione ridotta	
1	22 luglio . . .	<sup>h</sup> 17,00	<sup>b</sup> 32,23975	<sup>b</sup> 32,23404	<sup>h</sup> 0,00571
2	25 " . . .	11 30	32 24916	32 24909	0 00007
3	25 " . . .	16 00	32 23875	32 23200	0 00675
4	1 agosto . . .	10 00	32 25213	32 23700	0 01513
5	2 " . . .	9 30	32 24420	32 22899	0 01521
6	5 " . . .	16 00	32 23925	32 23439	0 00486
7	5 " . . .	9 00	32 24124	32 22700	0 01424
8	6 " . . .	9 30	32 24285	32 23431	0 00854
9	7 " . . .	9 30	32 24866	32 23400	0 01466
10	7 " . . .	16 30	32 24520	33 24356	0 00164

Dall'esame di queste tabelle ci risulta subito evidente che un aumento di pressione comporta un aumento di durata di oscillazione. Le differenze risultanti sono invero minime, specialmente pei magneti parallelepipedico e cilindrico, e i loro valori medi espressi in battiti, sono:

Magnete parallelepipedico . . . . . 0<sup>b</sup>,00498  
 " laminare . . . . . 0,06421  
 " cilindrico . . . . . 0,00868

che ridotti in secondi danno rispettivamente:

0'',002; 0'',02; 0'',003.

Ora il limite estremo di esattezza che si può ragionevolmente pretendere nelle determinazioni di H, è che il suo valore sia ottenuto con una precisione mai al disotto di  $\pm 1$  unità della quarta cifra decimale nel sistema C. G. S. Il prof. Palazzo ha mostrato (<sup>1</sup>) che questa approssimazione si raggiunge per valori di  $dT$  compresi fra  $\pm 0^s,0015$ . I tre valori di  $dT$  qui sopra scritti, sono alquanto maggiori; ma è bene ricordare che le mie misure furono eseguite per una variazione di pressione di circa 700 mm. Ora se esse si riconducessero entro i limiti della pressione barometrica sulla superficie terrestre, i valori di  $dT$  ottenuti soddisfarebbero certamente alla condizione per l'esattezza massima di H.

Dal raffronto delle differenze  $dT$  pel 1° e 3° magnete, con quella del 2°, e dalle considerazioni suesposte, si deduce questa conclusione:

(<sup>1</sup>) V. Annali dell'Ufficio centrale meteorologico e geodinamico Italiano, vol. XVI, parte I, 1894. L. Palazzo, *Misure assolute degli elementi del magnetismo terrestre.*

Le variazioni della pressione barometrica comportano un cambiamento della durata d'oscillazione delle sbarre magnetiche, e maggiore nei magneti leggeri, che nei pesanti; ma *queste variazioni sono assolutamente trascurabili nelle misure di magnetismo terrestre.*

Il fatto della diminuzione della durata di oscillazione colla diminuzione della pressione atmosferica, si può *empiricamente* esprimere col dire che il magnete trascina nel suo movimento uno strato d'aria di un certo spessore, sì che se ne risente il momento d'inerzia del magnete e diversamente a seconda della pressione dell'aria (Kuhn).

Dalla

$$T = \pi \sqrt{\frac{K}{MH}}$$

si ricava differenziando

$$\frac{2dT}{T} = \frac{dK}{K},$$

relazione che lega le variazioni della durata di oscillazione con quelle del momento d'inerzia.

Dai valori di  $dT$  misurati e riportati nelle colonne — Differenze — delle tabelle, ho dedotto per ogni magnete i valori del rapporto  $2 \frac{dT}{T}$ , le cui medie sono rispettivamente

0,00032

0,00808

0,00053.

Supponendo ora che il  $dT$  dato dalle mie esperienze rappresenti il cambiamento della durata di oscillazione quando si passi dal vuoto alla pressione atmosferica normale, si può calcolare lo strato d'aria virtuale, diciamo così, trascinato con sè dal magnete.

Ammettiamo infatti, in prima approssimazione, che i momenti d'inerzia  $dK$  della massa d'aria e  $K$  del magnete sieno nel rapporto delle masse rispettive. Riteniamo ora che l'aria aderisca alle sole pareti laterali; allora sarà

$$\frac{dK}{K} = \frac{2l s x \delta}{m}$$

in cui  $l$  ed  $s$  indicano lunghezza e dimensione verticale della sbarra;  $x$  lo spessore incognito dello strato d'aria,  $\delta$  la densità dell'aria,  $m$  la massa del magnete. Prendendo per  $\delta$  il valore 0,013 e sostituendo alle altre grandezze i valori sopra riferiti, si trova per  $x$  un valore quasi costante per i tre magneti e di circa un centimetro.