

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIII.

1896

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME V.

2° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1896

**Matematica.** — *Sulla trasformazione delle equazioni lineari omogenee alle derivate parziali del secondo ordine con due variabili indipendenti.* Nota del dott. ONORATO NICCOLETTI, presentata dal Socio LUIGI BIANCHI.

**Meccanica.** *Sul moto di un corpo rigido intorno ad un punto fisso.* Nota di T. LEVI-CIVITA, presentata dal Socio BELTRAMI.

**Meccanica.** — *Sul moto dei sistemi con tre gradi di libertà.* Nota di T. LEVI-CIVITA, presentata dal Socio BELTRAMI.

Queste Note saranno pubblicate nei prossimi fascicoli.

**Fisica.** — *Variazione secolare dell'inclinazione magnetica.* Nota del dott. G. FOLGHERAITER, presentata dal Socio BLASERNA.

Le prime misure dell'inclinazione magnetica furono fatte a Londra da Roberto Norman nel 1576 e da Gilbert nel 1600 (1). A Parigi le osservazioni di questo elemento magnetico furono incominciate solo molto più tardi, nel 1671, e da quest'epoca si ha una serie di misure, dalle quali si deduce, che l'inclinazione andò ivi costantemente diminuendo in modo che da 75° è ora ridotta dopo due secoli ed un quarto a 65°5'.

Anche nelle altre località d'Europa ove furono fatte analoghe misure si è trovata per l'inclinazione una diminuzione continua, ma non è ancora bene conosciuta la legge, secondo la quale essa varia col tempo.

Se dai valori ottenuti per l'inclinazione a Londra da Norman e Gilbert, che sono per le epoche 1576 e 1600 rispettivamente 71°50' e 72°, si volessero dedurre i corrispondenti valori per Parigi, ammettendo in prima approssimazione, che la differenza d'inclinazione magnetica tra Parigi e Londra sia stata allora quale è oggi di circa 2°, si avrebbe

per il 1576 . . . . .	69°50'
"    1600 . . . . .	70° 0'

Ne verrebbe di conseguenza, che l'inclinazione magnetica nel secolo XVII avrebbe dovuto crescere per raggiungere il suo massimo, probabilmente assai vicino al valore trovato nel 1671, per poi diminuire continuamente.

Ad onda degli errori molto grandi da cui potevano essere affette le prime misure dell'inclinazione sia per il modo di calamitare e sospendere gli aghi, sia per altre cause a noi ignote (2), questa conclusione non deve essere giudicata troppo azzardata: essa trova conferma nel fatto dell'uso continuo della

(1) I. C. Poggendorff, *Geschichte der Physik*, p. 278 e seg. Leipzig, 1879.

(2) Lo scopritore dell'inclinazione Hartmann (nel 1544) aveva osservato, che un ago di declinazione s'inclinava, dopo essere stato magnetizzato, di circa 9°. Vedi Poggendorff, op. cit., pag. 277.

bussola dal secolo XIII in poi. Se l'inclinazione magnetica nei secoli anteriori al 1600 avesse avuto dei valori più grandi che dopo tale epoca, e se le sue variazioni fossero state dell'ordine di grandezza che le attuali, il polo nord magnetico si sarebbe avvicinato assai all'Europa, ed i navigatori dei mari posti alle latitudini anche di poco superiori a quelle di Parigi e Londra avrebbero dovuto nei loro viaggi accorgersi, che l'ago magnetico delle loro bussole in certe regioni assumeva posizioni quasi indifferenti (dove l'inclinazione era press'a poco  $90^\circ$ , e perciò la componente orizzontale del magnetismo terrestre era circa zero), e che attraversando da una parte all'altra quelle regioni l'ago della bussola girava di  $180^\circ$ . Tali rapide variazioni non sarebbero certamente sfuggite a persone pratiche nell'uso della bussola come lo sono i marinai; ed è da credere perciò, che l'inclinazione magnetica dal XIII secolo in poi non ha mai raggiunto il valore di  $90^\circ$  nell'Europa e nelle regioni solcate da navi europee.

Sull'andamento dell'inclinazione magnetica non si hanno altre notizie, ed anche le misure degli ultimi anni sono insufficienti per stabilire, quale sia la forma e l'estensione del suo ciclo. Tuttavia le serie di osservazioni fatte negli osservatorii magnetici furono utilizzate per calcolare mediante formole empiriche il valore dell'inclinazione per una data località in un'epoca qualunque. Coll'aiuto di queste per esempio si è trovato, che il minimo dell'inclinazione a Berlino cadrebbe nel 1902 col valore  $66^\circ 38'$ : per Göttingen Kohlrausch ha dato come minimo il valore di  $65^\circ 50'$  per l'epoca 1935: Chistoni ha calcolato, che il minimo d'inclinazione avverrà per Milano nel 1910, per Padova nel 1930, per Venezia nel 1960 <sup>(1)</sup>.

Ma per mostrare quanto poca fiducia si debba porre nei valori ottenuti da formole empiriche, le cui costanti sono calcolate su dati sperimentali poco numerosi, forse non ancora sufficientemente precisi allo scopo e talvolta non confrontabili neppure tra loro, perchè ottenuti con istrumenti diversi, aggiungerò ancora, che Eschenhagen ha dedotto come epoca del minimo a Wilhelms-haven l'anno 1889,1. Ora da un lavoro di Schück <sup>(2)</sup> che riassume le variazioni dell'inclinazione magnetica in Europa dal 1885 al 1893 si ricavano per questo elemento magnetico in quella località i seguenti valori:

Anno 1885 . . . . .	$67^\circ 58',4$	Anno 1889 . . . . .	$68^\circ 2',5$
" 1886 . . . . .	$68^\circ 0',0$	" 1890 . . . . .	$67^\circ 59',9$
" 1887 . . . . .	$68^\circ 2',2$	" 1891 . . . . .	$67^\circ 57',6$
" 1888 . . . . .	$68^\circ 1',3$	" 1892 . . . . .	$67^\circ 57',3$

che mostrano chiaramente, come l'inclinazione magnetica non ha cessato di diminuire.

Dallo stesso lavoro di Schück s'impara, che nei vari osservatori provveduti di istrumenti discretamente sensibili le variazioni d'inclinazione fra un anno e l'altro nella stessa località differiscono di quantità discretamente

<sup>(1)</sup> G. Neumayer, *Atlas des Erdmagnetismus*. Gotha, 1891, pag. 10.

<sup>(2)</sup> *Die Aenderung der Elemente des Erdmagnetismus in Europa*. Meteorologische Zeitschrift, vol. XII, 1895, pag. 318.

grandi tra loro. E quantunque la misura di quest'elemento magnetico sia piuttosto difficile, pure è probabile che le differenze in parte almeno siano reali, e che la legge secondo la quale varia l'inclinazione anche entro limiti di tempo abbastanza ristretti, non sia così semplice da essere rappresentabile con una funzione di 2° grado.

Io credo d'aver trovato un metodo indiretto per allargare le nostre cognizioni sopra le variazioni secolari dell'inclinazione magnetica. Esso è basato sulla proprietà, che hanno le argille di magnetizzarsi durante la cottura e di conservare perennemente il magnetismo acquistato per l'azione induttrice del campo magnetico terrestre (almeno fino a che non vengano nuovamente riscaldate ad alte temperature o sottoposte all'azione di campi magnetici intensi). Ora sono pervenuti fino a noi intatti, perchè dimenticati sotto terra nelle tombe antiche, degli oggetti di argilla cotta di cui possiamo conoscere entro limiti relativamente ristretti l'epoca ed il luogo della loro fabbricazione. Essi portano con sè come carattere indelebile l'orientazione del magnetismo terrestre in quell'epoca e di quel luogo, e se noi siamo in grado di stabilire con certezza la posizione, nella quale tali oggetti erano stati collocati durante la cottura, possiamo dedurre dall'orientazione del loro magnetismo la direzione della forza magnetizzante, che su di essi ha agito.

È certo difficile giudicare ora sulla posizione, nella quale erano stati collocati entro la fornace molti degli oggetti di terracotta, che ornano ora musei pubblici e privati presso tutte le nazioni civili: ma per alcuni di essi, come vedremo, in base a dei criteri razionali è impossibile non ammettere, che non siano stati disposti entro la fornace coll'asse sensibilmente verticale.

Prima però di esporre quali sono stati i criteri, che mi hanno guidato nella scelta del materiale da sottoporre ad esame, ed i risultati ottenuti, credo opportuno studiare:

1.° Se l'orientazione attuale del magnetismo negli oggetti fittili antichi corrisponde realmente a quella del magnetismo in essi indotto nell'atto della cottura; il che vuol dire, se e fino a qual punto la forza coercitiva delle argille cotte ha resistito all'azione induttrice continua del magnetismo terrestre.

2.° Con quale esattezza si arriva a determinare sperimentalmente la direzione di un campo magnetico inducente dall'orientazione e distribuzione del magnetismo da esso indotto in oggetti di varie forme e dimensioni.

### I. Forza coercitiva delle argille cotte.

Già R. Boyle<sup>(1)</sup> alla fine del secolo XVII sapeva, che i mattoni durante la loro cottura diventavano delle vere calamite permanenti, e che l'orientazione del loro magnetismo era conforme alla direzione del campo magnetico terrestre.

Molto posteriormente Beccaria, al quale probabilmente non era nota la scoperta di Boyle (così almeno appare da una lettera, che egli scrisse al conte Luigi Cotti<sup>(2)</sup>), riporta alcuni casi in cui mattoni, che erano stati fulminati,

<sup>(1)</sup> *Observations sur la Physique* ecc. vol. X, 1777, pag. 14. Vedi pure questi Rendiconti, serie 5<sup>a</sup>, vol III, 2° sem. 1894, pag. 169.

<sup>(2)</sup> *Observations sur la Physique*, ecc. vol. IX, 1777, pag. 382.

possedevano del magnetismo permanente: ma egli non sapeva, che tale magnetizzazione si producesse anche per effetto della cottura, e solo attribuiva ai mattoni fulminati una forza coercitiva più o meno grande secondo il maggiore o minor grado di cottura avuta nella fornace.

Si deve al Gherardi (1) uno studio abbastanza importante sul magnetismo delle terre cotte. Egli ha confermato l'esistenza del magnetismo dei mattoni, ed ha trovato, che questi « ritengono (il loro magnetismo) tenacissimamente e nel senso fisso in cui lo concepirono, qualunque sia poi la direzione, che loro si dia nel metterli in opera, in cui siano lasciati anche per secoli, o che ne venga pure le cento volte tramutata col tempo ». E dall'esame di altri oggetti di terracotta, stoviglie, ecc. provenienti dalle più svariate regioni d'Italia, Egitto ecc. e fabbricate in epoche molto diverse incominciando dall'attuale fino ai tempi dei Romani, Etruschi, ha concluso che il magnetismo permanente si riscontra in ogni sorta di vasi (escluse le sole porcellane) di tutti i tempi e di qualsiasi paese.

In realtà però le ricerche fatte dal Gherardi hanno avuto quasi esclusivamente l'obbiettivo di dimostrare l'esistenza di magnetismo permanente (bipolare) nelle argille cotte e di vedere la sua influenza sopra le misure degli elementi magneto-tellurici entro gli edifici: il fatto invece che le argille cotte ritengono il loro magnetismo tenacissimamente e nel senso fisso in cui lo concepirono, è piuttosto accennato che dimostrato.

È scopo mio di studiare se e fino a quale punto la forza coercitiva delle terrecotte, che da remotissimi tempi sono giunte fino a noi, ha resistito all'azione induttrice continua del campo magnetico terrestre, al quale sono state sottoposte in tutto l'intervallo di tempo trascorso dall'epoca della loro cottura ai giorni nostri.

Innanzi tutto credo necessario di stabilire il significato di forza coercitiva, che non viene adoperata dai vari autori sempre nello stesso senso, e che fino a pochi anni addietro non era una quantità sottoposta al calcolo.

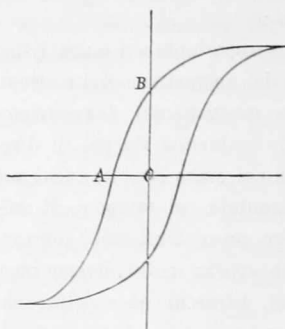
Generalmente s'intende per forza coercitiva la resistenza, che si oppone all'orientazione del magnetismo in una sostanza magnetica posta in campo magnetico, oppure la resistenza alla disorientazione del magnetismo quando la forza magnetizzante cambi direzione o cessi d'agire.

Da altri si definisce ancora la forza coercitiva la proprietà, che possiede un corpo magnetico di acquistare per l'azione di un campo magnetico una maggiore o minore quantità di magnetismo permanente (2). Con questa definizione si mette in relazione il concetto della forza coercitiva con quello della suscettività magnetica.

(1) *Sul magnetismo polare di palazzi ed altri edifizii in Torino*. Nuovo Cimento, vol. XVI, 1862, pag. 384. — *Sopra una speciale esperienza attinente al magnetismo delle terrecotte*. Id., vol. XVIII, 1863, pag. 108.

(2) A. L. Holz, *Ueber die Coercitivkraft des Magneteisenstein und des glasharten Stahles*. Wied. Ann. vol. V, 1878, pag. 169. Anche A. Abt in una sua Nota: *Ueber das magnetische Verhalten des moraviczauer Magnetits im Vergleich zu Stahl*. (Wied. Ann. vol. XLV, 1892, pag. 88), implicitamente ritiene come valore della forza coercitiva la maggiore o minore quantità di magnetismo permanente acquistato per induzione.

Le due definizioni della forza coercitiva rappresentano evidentemente due cose diverse. Teniamo presente il ciclo scoperto e studiato da Ewing, che dà



le variazioni d'intensità di calamitazione colla forza magnetizzante: Se le ascisse rappresentano la forza magnetizzante e le ordinate l'intensità di calamitazione prodotta, nel primo caso è definita e determinata la forza coercitiva dal valore dell'ascissa corrispondente all'ordinata zero, ossia è rappresentata dalla forza necessaria per togliere ad un corpo magnetizzato il suo magnetismo permanente: nel secondo caso invece la forza coercitiva è definita e misurata dall'ordinata OB all'origine, che rappresenta il magnetismo permanente della sostanza dopochè ha cessato d'agire la forza magnetizzante.

Io mi atterrò al primo dei due modi di definire la forza coercitiva, che risponde meglio all'antico concetto generico, il quale delineava la differenza intrinseca tra il comportamento del ferro e dell'acciaio.

Le cause, che possono avere influito per fare variare l'orientazione del magnetismo permanente nelle terre cotte antiche sono essenzialmente la temperatura e l'azione del campo magnetico terrestre. Esaminiamo singolarmente i possibili effetti dovuti a queste due diverse cause.

È noto, che la forza coercitiva di una sostanza dipende essenzialmente dalle condizioni termiche, nelle quali si trova. Così nel ferro dolce essa è assai piccola ancora a temperatura ordinaria, mentre nelle stesse condizioni è grande nell'acciaio; ma se questo viene riscaldato, la sua forza coercitiva va successivamente diminuendo, e viene con ciò sempre più reso facile il compito delle forze orientatrici, tanto che a 300° una sbarra di acciaio può essere calamitata per la sola azione del campo magnetico terrestre comportandosi come il ferro dolce<sup>(1)</sup>. L'ossido ferroso-ferrico (magnetite) che costituisce la sostanza magnetica più importante, e forse l'unica, delle argille cotte, si comporta come l'acciaio, solo la sua forza coercitiva è un po' minore come risulta dai lavori di Holz e di Abt<sup>(2)</sup>.

Nel caso dei vasi fittili antichi, dopochè hanno subita la cottura e sono stati quindi magnetizzati, le variazioni di temperatura sono comprese entro limiti abbastanza ristretti e conosciuti, perchè sono dati dalle variazioni massime di temperatura nelle varie ore di un giorno e nelle varie stagioni di un anno, e noi possediamo indizi sicuri, che tali variazioni circa 25 o 30

(<sup>1</sup>) G. Poloni, *Sul magnetismo permanente dell'acciaio a diverse temperature*. Memoria della R. Acc. dei Lincei, Classe Scienze fisiche ecc. 3<sup>a</sup> serie, vol. XII, 1882, pag. 481.

(<sup>2</sup>) Vedi memorie citate. Potrebbe nascere il dubbio, che l'ossido ferroso-ferrico, che si forma per reazioni chimiche durante la cottura delle argille, non si comporti come la magnetite naturale. Per levarmi il dubbio feci una serie di esperienze i cui risultati verranno più oltre riportati, che avevano appunto lo scopo di vedere fino a quale temperatura si potea impunemente riscaldare un pezzo di argilla cotta, senza che l'induzione terrestre ne disorientasse il magnetismo.

secoli addietro non erano molto diverse dalle attuali. Anche nei vasi fittili perciò come nelle calamite comuni, si sarà stabilito dopo un certo numero di anni uno stato normale di calamitazione corrispondente alle massime variazioni di temperatura, saranno state cioè eliminate un po' alla volta le variazioni transitorie del magnetismo, rimanendo unicamente quelle permanenti, che stabiliscono il valore del coefficiente termico delle sostanze stesse. Per questo riguardo quindi non c'è da temere che l'orientazione del magnetismo nei vasi antichi abbia potuto variare.

Prima di esaminare se ed in che modo l'azione induttrice del campo magnetico terrestre continua per tanti secoli ha prodotto notevole cambiamento nell'orientazione del magnetismo delle terre cotte, devo fare notare, che quantunque di quella forza siano state studiate le variazioni soltanto da poco più di mezzo secolo, pure è lecito arguire che anche all'epoca etrusca e romana la sua intensità non doveva essere, almeno nell'Europa meridionale, di molto superiore all'attuale. Esaminando le ricerche fatte sul valore della componente orizzontale nei vari paesi d'Europa (1) si trova quasi concordemente, che la variazione annua di tale elemento magnetico si aggira attorno al valore medio  $+ 0.0002$ , ed in questo numero è compreso pure l'aumento che deriva dalla diminuzione dell'inclinazione. Anche se si volesse supporre, che l'intensità partendo dall'epoca attuale e ritornando indietro verso i primi periodi della civiltà abbia avuto un valore sempre più grande, si arriverebbe alla conclusione, che trenta secoli fa essa sarebbe stata ancora minore di un'unità (C. G. S.). A maggior ragione si arriva a questa conclusione se si considera, che ora siamo in un periodo di aumento dell'intensità, e che quindi per lo addietro, almeno fino a mezzo secolo fa, il suo valore era più piccolo che al presente, e che probabilmente anche l'intensità come gli altri elementi magnetici percorrerà un ciclo chiuso.

Non voglio dare a questa conclusione un peso maggiore di quanto possa valere, solo m'interessa di fare notare, che anche nella peggiore ipotesi la forza magnetica della Terra molti secoli addietro era come ora di gran lunga inferiore al valore della forza coercitiva dell'acciaio e della magnetite, alla forza (2) cioè necessaria per annullare o cambiare orientazione al loro magnetismo.

(1) G. Neumayer, op. cit., pag. 13.

(2) Che campi magnetici deboli siano insufficienti a far variare a temperatura ordinaria l'orientazione del magnetismo permanente nell'acciaio e perfino anche nel ferro è stato dimostrato sperimentalmente. Dagli studi fatti da Rowland risulta, che il magnetismo indotto sviluppato da deboli campi magnetici è temporaneo, e che coll'acciaio il fenomeno si manifesta meglio che col ferro. Vedi Rowland H. A. *On Magnetic Permeability and the Maximum of Magnetism of Iron, Steel and Nickel*. Philosophical Magazine, 4<sup>a</sup> serie, vol. XLVI, 1873, pag. 155. — Anche E. Dorn ha trovato, che il momento magnetico permanente delle calamite temperate non prova alcuna variazione permanente quando lo si sottometta per più ore all'azione della componente verticale del magnetismo terrestre. Vedi: E. Dorn. *Beiträge zum Verhalten harter, stark magnetisierter Stahlstäbe gegen schwache magnetisierende Kräfte*. Wied. Ann. vol. XXXV, 1888, pag. 275. — Del resto anche nella pratica delle misure è a priori ammesso, che alla temperatura ordinaria piccole forze magnetizzanti non producono magnetismo permanente. Se non fosse così, non si potrebbero trasportare i nostri strumenti magnetici, di cui colla massima cura abbiano determinato le costanti, in carrozza od in ferrovia per il pericolo, che il momento magnetico delle sbarre possa cambiare per l'azione induttrice di masse di ferro o d'acciaio: non si potrebbe avvicinare ad una calamita un pezzo di ferro dolce per farlo oscillare, ed ogni misura sarebbe resa assolutamente impossibile o senza valore.

A conferma che realmente la forza magnetica terrestre anche all'epoca etrusca e romana era relativamente piccola e certo insufficiente a produrre qualsiasi variazione nella distribuzione del magnetismo delle terre cotte, sta il fatto che mattoni messi in opera nelle costruzioni all'epoca della Repubblica o dell'Impero romano e rimasti nell'identica posizione fino ad oggi, si mostrarono magnetizzati in tutte le possibili orientazioni rispetto alla direzione attuale di campo magnetico terrestre. Esistono in Roma e nella sua Campagna in numero grandissimo avanzi di monumenti, ville, sepolcri, alcuni anche di data certa, i quali sono costruiti in tutto od in parte di mattoni, che senza alcun dubbio non sono stati mai smossi dal posto, in cui furono collocati nella costruzione. Ho staccato da vari mattoni un piccolo pezzo di forma a press' a poco di parallelepipedo, e ho avuto cura di fissare con appositi segni le direzioni, che i singoli pezzetti avevano sul monumento nel senso dell'altezza e da nord a sud. Determinai in questi all'ingrosso la direzione del loro asse magnetico, cercando coll'aiuto di un intensimetro a deflessione (est-ovest) le due regioni di massima azione sud e nord. In tal modo ho trovato, che l'orientazione del magnetismo nei diversi pezzi non corrisponde ad una direzione fissa, ma varia invece da pezzo a pezzo, senza che ne predomini alcuna. Così in alcuni casi l'orientazione del magnetismo era proprio opposta a quella, che dovrebbe essere secondo la direzione attuale della forza magnetica terrestre, in altri casi nel senso di questa, in altri ancora normale ad essa e così di seguito. Ciò era da aspettarsi perchè nelle costruzioni i singoli pezzi sono stati messi al posto indipendentemente dalla posizione, che avevano nella fornace; ma nel medesimo tempo questo fatto dimostra, che il magnetismo dei mattoni posteriormente alla loro messa in opera non è stato disorientato dall'induzione terrestre, perchè altrimenti essi fatti tutti di una stessa sostanza, cotti tutti nello stesso modo si dovrebbero trovare tutti magnetizzati colla stessa orientazione (1).

(1) Quanto risulta e si verifica per i mattoni, si riscontra pure per il tufo e la lava basaltina. Anche queste due specie di rocce vulcaniche hanno conservato, almeno dall'epoca romana in poi, ossia da oltre 26 secoli, l'orientazione del loro magnetismo inalterata. Ho esaminato l'orientazione del magnetismo in piccoli parallelepipedi di tufo staccati dai grossi massi delle prime mura, che circondavano la Roma quadrata, dai massi che formavano la gradinata d'accesso all'ara di Vesta nel Foro romano ed al tempio di Vesta a Bocca della Verità, dalle mura di Servio Tullio, dall'acquedotto di Claudio, dal Colosseo, ecc., ed ho trovato che anche qui l'orientazione varia da pezzo a pezzo. Così pure dai numerosi avanzi di muro in calcestruzzo ho preso dei piccoli pezzi di lava basaltina, che trovai magnetizzati come i mattoni ed il tufo, in tutte le orientazioni possibili. Ed è noto che anche Melloni esaminando l'orientazione del magnetismo in pezzi di leucitofiro ed in altre qualità di lava estratti dalle pareti dell'anfiteatro di Pompei, ha trovato che erano calamitati sotto qualunque inclinazione rispetto all'orizzonte.

Ma mentre qui abbiamo una prova non dubbia, che i pezzi di tufo staccati dalla roccia viva da almeno 26 secoli hanno conservato i loro assi magnetici nella posizione primitiva indipendentemente dalla nuova orientazione in cui furono posti nelle costruzioni, d'altra parte siamo anche certi, che il magnetismo in quei giacimenti di tufo, per i quali è necessario ammettere che la loro posizione attuale sia diversa da quella, ove caddero in origine le materie vulcaniche, deve avere subito sotto l'azione del campo magnetico terrestre delle successive e nuove orientazioni. Si hanno cioè dall'epoca delle eruzioni vulcaniche fino a noi due periodi di comportamento diverso del magnetismo nei tufi: nel primo periodo questa specie di roccia vulcanica si trovava in condizioni tali da dovere cedere alla forza magnetizzante terrestre; nel secondo periodo ha resistito e conservato il proprio magnetismo. Lo stabilire il limite, anche con una larga approssimazione, tra questi due



Ho voluto ancora esaminare, se anche nei vasi etruschi dei quali alcuni risalgono almeno ad 8 secoli a. C., la forza coercitiva abbia resistito all'azione del magnetismo terrestre. In questi ultimi anni furono scoperte nelle necropoli dell'antica Narce (oggi Calcata) e di Falerii delle tombe etrusche vergini, mai cioè fino ad ora toccate dall'uomo. La suppellettile fittile fu naturalmente trovata al posto come fu collocata accanto al cadavere, e si ha quindi la certezza sulla sua posizione durante tutti i secoli passati dall'epoca della civiltà etrusca fino al presente.

Degli oggetti di varie tombe furono anche fatti i disegni nella posizione e disposizione precisa, nella quale erano stati collocati entro la tomba (1), ed al presente chi visita il museo di Villa Giulia in Roma, trova tali oggetti ordinati in modo ammirevole tomba per tomba, e collocati come lo erano nelle tombe secondo lo scopo al quale servivano.

Ho determinato con cura l'orientazione del magnetismo in molti di questi oggetti (2) e riporto come esempio alcuni risultati:

Nella tomba XVIII di Narce a pozzo con loculo votivo, appartenente probabilmente all'VIII secolo a. C., erano stati collocati vari oggetti; tra questi due tazze ad alto piede (n. 21 e 22) a copertura bianca con ornati geometrici di rosso. Una di esse (n. 21) fu trovata magnetizzata come se l'azione induttrice fosse stata press' a poco orizzontale; l'altra mostrò al di sotto decisamente un polo sud, di sopra un polo nord. Anche le tazzine n. 23 e n. 24 avevano decisamente il polo sud al di sotto, il nord al di sopra. Invece i due vasi (crateri) collocati sopra i sostegni n. 17 e n. 19 al centro della base avevano un polo nord all'orificio superiore un polo sud.

Il cratere della tomba vergine XXXII di Narce appartenente all'VIII secolo a. C. posto col suo asse verticale sopra il sostegno fu trovato magnetizzato come se la forza induttrice avesse agito in senso orizzontale.

---

periodi è cosa assai difficile per non dire impossibile, almeno per ora, giacchè qui entrano in gioco principalmente tre fattori, la temperatura, la forza magnetica terrestre e la durata di quest'azione, di nessuno dei quali conosciamo il valore dall'epoca delle eruzioni fino alla comparsa dell'uomo.

Io volli tuttavia fare un tentativo per vedere se la magnetite contenuta nelle rocce vulcaniche perdesse la propria orientazione sotto l'influenza del magnetismo terrestre, qualora fosse tenuta ad una temperatura sufficientemente alta, ma non superiore a 100°, per un tempo abbastanza lungo. Presi a tal uopo dei pezzi di tufo e di mattoni, che tagliai a forma di parallelepipedi e in modo che la direzione del loro magnetismo corrispondesse a press' a poco al senso dell'altezza. Ne determinai col metodo delle deflessioni (est-ovest) l'intensità magnetica, e poi li collocai entro un grande bacino d'acqua col loro asse magnetico press' a poco parallelo alla direzione dell'ago d'inclinazione, ma coi poli rovesciati. Riscaldai l'acqua per 15 giorni di seguito regolarmente per 10 ore al giorno ad una temperatura, che oscillava tra 90° e 95°. Dopo tutto questo lavoro trovai nei vari parallelepipedi una diminuzione appena sensibile nell'intensità magnetica.

In seguito a questo risultato negativo abbandonai l'idea di modificare le condizioni dell'esperienza, aumentando l'intensità del campo, giacchè non avrei egualmente potuto dare il peso giusto ai risultati avuti non essendo possibile lo stabilire, se siano paragonabili gli effetti prodotti da un'azione che dura 150 ore, con quelli prodotti nelle medesime condizioni dalla stessa azione prolungata per migliaia di secoli.

(1) *Antichità del territorio falisco*, parte 1<sup>a</sup>. Roma 1894, Tip. della R. Acc. dei Lincei, *Monumenti antichi*, vol. IV, 1894, pag. 133-134.

(2) Devo ringraziare vivamente il chiarissimo prof. comm. F. Barnabei per il favore fattomi di mettere a mia disposizione gli oggetti di quel museo, e di avermi dato come aiuto il colto ed intelligente soprastante Malavolta Natale.

Due tazze della tomba vergine XXVI di Falerii appartenente al VII od VIII secolo a. C., avevano al centro della base un polo sud, ed un *οιρόκοι*; della stessa tomba aveva un polo nord all'estremo superiore del becco.

Potrei continuare ancora a citare esempi, in cui l'orientazione del magnetismo era diversa da quella corrispondente all'attuale direzione del campo magnetico terrestre; ma credo che sia sufficiente quanto ho già esposto per potere con sicurezza asserire che *l'orientazione del magnetismo, che riscontriamo negli oggetti di terracotta antichi, è quella in essi indotta dal magnetismo della Terra durante la loro cottura.*

**Fisica.** — *Sulla conducibilità elettrica dei gas caldi.* Nota del dott. P. PETTINELLI e di G. B. MAROLLI, presentata dal Socio BLASERNA.

**Fisica.** — *Sulla durata delle scariche elettriche rallentate nel campo magnetico.* Nota del dott. FELICE MASTRICCHI, presentata dal Socio BLASERNA.

**Fisica.** — *Sulla polarizzazione e depolarizzazione delle lamine metalliche sottilissime.* Nota dei professori GIOV. PIETRO GRIMALDI e GIOVANNI PLATANIA, presentata dal Socio BLASERNA.

**Chimica.** — *Nuove osservazioni sul comportamento crioscopico di sostanze aventi costituzione simile a quella del solvente.* Nota di FELICE GARELLI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

**Mineralogia.** — *La Danburite ed altri minerali: in alcuni pezzi notevoli di rocce antiche, tra i « blocchi erratici » della regione Cimina.* Nota del dott. LIBERTO FANTAPPIÈ, presentata dal Socio STRUEVER.

**Chimica.** — *Sulla composizione chimica delle Comenditi.* Nota di G. BERTOLIO, presentata dal Socio A. COSSA.

Queste Note saranno pubblicate nei prossimi fascicoli.