

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

La loro efficacia cresce, dentro certi limiti, quasi come la loro lunghezza, indi decresce fino a zero.

Le scintille brevi non rinforzate hanno una efficacia molto minore delle rinforzate; ma se lunghe abbastanza possono avere una efficacia eguale, od anche superiore alle rinforzate (esperienze fatte sull'idrogeno solo).

La proprietà scaricatrice eccitata in un gas da due serie di scintille, in due tubi distinti, non si sommano; ed il gas opera come se fosse stato attivato da una sola serie di scintille.

L'attività d'una scintilla rinforzata non varia, quando nel circuito dell'induttore che la genera se ne produce una seconda, lunga o breve. Detta attività, però, scema rapidamente aumentando la resistenza del circuito indotto aggiungendovi una colonna di soluzione di solfato di rame.

Il diametro della scintilla di un condensatore, non si modifica se nel circuito si produce o no una seconda scintilla; ma il diametro scema rapidamente se nel circuito s'interpone una resistenza, p. e. una soluzione di solfato di rame.

Finalmente la proprietà scaricatrice indotta dalle scintille nei gas, vi si riscontra anche quando questi abbiano percorso delle canne di varî metri di lunghezza, ma scema con questa.

Fisica. — *Ricerche sull'inclinazione magnetica all'epoca etrusca.* Nota del dott. G. FOLGHERAITER, presentata dal Socio BLASERNA.

Lo studio sulla distribuzione del magnetismo indotto in oggetti d'argilla di varie forme e dimensioni, e cotti in diverse orientazioni rispetto alla direzione del campo magnetico terrestre (1), ci ha dato degli utili ammaestramenti, sia per potere discernere quando durante il processo di magnetizzazione non sono intervenute delle cause, che hanno prodotto delle irregolarità nella distribuzione del magnetismo, sia per stabilire entro quali limiti si possa conoscere la direzione della forza magnetizzante dall'orientazione del magnetismo indotto. Come applicazione di questo studio espongo ora i risultati delle ricerche sull'inclinazione magnetica all'epoca, in cui furono fabbricati i vasi fittili etruschi pervenuti fino a noi.

La condizione *sine qua non* necessaria perchè le mie ricerche abbiano significato, è che sia nota con sicurezza la disposizione degli oggetti antichi durante la loro cottura: ora per quanto sembri difficile in generale di dare

(1) Vedi questi Rendiconti vol. V, 2° sem., 1896, pag. 127, 199 e 242.

su questo proposito un giudizio, pure esistono alcune determinate forme, per le quali concorrono tante condizioni favorevoli, perchè siano state collocate entro la fornace in una determinata orientazione, che non è nè ragionevole nè possibile ammetterne una diversa.

Per le mie ricerche ho scelto oggetti simmetrici attorno ad un asse, che certamente furono collocati nella fornace in posizione verticale: gli *oinochoai*, la cui forma tipica è di vaso sferoidale a collo lungo terminante a



FIG. 1.

becco molto rialzato, con manico attaccato dal sommo del collo al ventre e diametralmente opposto alla parte estrema del becco (fig. 1), oppure che hanno il manico molto elevato al disopra della bocca, o che portano dei fregi alla periferia della medesima, non possono essere stati cotti che tenuti col loro asse geometrico verticale. E così dicasi pure delle situle fittili *ciste*, costituite da grandi tazze cilindriche o coniche con manico ad arco (fig. 2), che congiunge gli estremi di un diametro della bocca.

Che oggetti provveduti di larga base si facciano poggiare con essa o sul fondo della fornace o sopra altri oggetti simili, è la cosa più semplice e più

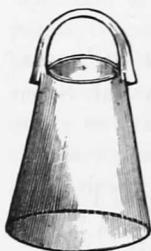


FIG. 2.

naturale; ma se si vuole discutere se sia stato possibile di dare loro altra posizione, apparisce chiaro, che non sono stati certamente tenuti in posizione rovesciata, cioè colla bocca in basso e la base in alto, per la loro forma stessa: i vasi antichi avrebbero dovuto appositamente inventare un meccanismo speciale per tenerli in posizione così strana. Così non è neppure lontanamente probabile, che i vasi siano stati collocati nella fornace poggiati sopra un fianco in modo, che il loro asse fosse a press' a poco orizzontale: in primo luogo in tale posizione l'equilibrio sarebbe stato assai instabile, e si sa che è assolutamente necessario, che durante la cottura gli

oggetti rimangano fermi, specialmente se forniti di ornamenti e fregi, perchè nel caso contrario questi verrebbero facilmente rovinati per gli spostamenti ed attriti dovuti alla diminuzione di volume dell' argilla all' elevarsi della temperatura; ed in secondo luogo gli oggetti avrebbero potuto subire una qualche deformazione. Ma tale posizione poi non sarebbe stata neppure conveniente sia sotto il punto di vista dell' economia dello spazio, sia perchè colla massima facilità i vasi si sarebbero spezzati per la irregolare distribuzione del calore attorno di essi; ed io che ho cotto di già parecchie decine di oggetti, ho per esperienza provato quanto facilmente questi si rompano, se non è uniforme e regolare il loro riscaldamento. Non vi può quindi essere alcun dubbio, che gli oinochoai e le ciste non siano state cotte col loro asse a press' a poco verticale e colla loro base in basso.

Per le stesse considerazioni e ragioni, che ora ho esposte, anche oggetti di altre forme devono essere stati posti nella fornace col loro asse verticale: così le *urne cinerarie* cilindriche, coniche o sferoidali, ed i *sostegni dei crateri*, *ὄλμοι*, (fig. 3) costituiti da doppi con tronchi riuniti per le loro basi minori talvolta direttamente, talvolta per mezzo di una o più sfere, cave di argilla; ma gli oggetti di queste forme possono essere stati collocati indifferentemente o colla bocca o colla base in basso.

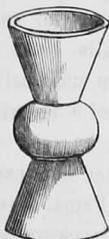


FIG. 3. Solo come eccezione alla regola si potrebbe ammettere, che qualcuno degli oggetti d'una delle forme sopra descritte sia stato collocato coll'asse più o meno inclinato negli interstizî tra altri oggetti per completare superiormente il riempimento della fornace; come pure è possibile, che nell'interno di vasi grandi siano stati collocati oggetti di piccola mole. Ma perchè non possa sorgere alcun dubbio, se i vasi da me esaminati siano stati posti in queste eccezionali posizioni, ho sempre lasciato da parte gli oggetti piccoli e quelli, che per la loro forma non si fossero prestati per la sovrapposizione degli uni agli altri.

Gli oggetti esaminati finora da me appartengono ai Musei di Villa Giulia in Roma e del Conte Senatore E. Faina in Orvieto (1). Nel primo sono raccolti gli oggetti trovati nelle necropoli di Falerii e di Narce: ma quando ottenni, nel marzo 1895, il permesso di fare sopra di essi degli studî, non era punto mia intenzione di stabilire, quale fosse stata l'inclinazione magnetica all'epoca della loro fabbricazione, ma solo di vedere se la forza coercitiva dell'argilla cotta avesse resistito da allora fino al presente all'azione continua del magnetismo terrestre. Non feci allora questione sulla posizione data a tali oggetti entro la fornace, ma sulla posizione da essi conservata senza esserne mai smossi per 25 o più secoli entro le tombe, e quindi esaminai oggetti di qualsiasi forma purchè di tombe vergini. Mi meravigliai nel trovare che molti vasi, i quali per la loro forma dovevano essere stati cotti in posizione verticale, non avevano una polarità nord alla periferia della loro base, ma il magnetismo libero variava attorno di essa da un massimo nord ad un massimo sud prevalendo, ma di poco, ora l'una ora l'altra polarità, come se la direzione del campo magnetico terrestre fosse stata a press'a poco orizzontale. Fu allora, che mi venne l'idea di determinare, se era possibile coll'aiuto di quei vasi, l'inclinazione magnetica all'epoca etrusca, e solo dopo avere constatato che l'orientazione, che ora noi riscontriamo negli oggetti antichi, è quella in essi indotta dal magnetismo terrestre durante la

(1) Devo ringraziare vivamente il Conte Senatore Faina della grande cortesia ed illimitata fiducia dimostratami, nel mettere a mia disposizione tutto il suo ricchissimo Museo etrusco, e dei consigli ed aiuti datimi in varie questioni archeologiche.

loro cottura, mi occupai unicamente di quei vasi, per i quali si poteva essere certi, che erano stati posti nel forno col loro asse verticale.

Così pure quando incominciai le mie ricerche non m'immaginavo, che talvolta potessero esistere delle anomalie nella distribuzione del magnetismo libero e che fossero insufficienti le misure fatte sopra la sola base per dedurre l'inclinazione dell'asse magnetico; in sulle prime non pensai quindi di determinare la distribuzione del magnetismo attorno al ventre di quei vasi, che avevano la bocca provveduta di ornamenti, appendici ecc., e per questo motivo parte del prezioso materiale raccolto in quel museo mi può servire unicamente per dare un'idea della polarità prevalente alla base, e devo sospendere la pubblicazione dei risultati di misure fatte su una bella collezione di vasi attribuiti al III secolo a. C., scavati a Todi ed a Falerii, fino a che non potrò riavere il permesso di ripetere le misure.

Allorchè invece nel dicembre 95 mi recai in Orvieto, e potei esaminare a mio bell'agio gli oggetti fittili del Museo etrusco del Conte Faina, aveva di già qualche idea più chiara del pericolo, a cui si andava incontro nel fidarsi di misure fatte su di una base sola, e misurai quindi la distribuzione del magnetismo libero attorno al ventre in tutti quelli oggetti, nei quali non era possibile fare tale misura attorno alla bocca. Ma qui l'età dei vari oggetti non è determinata entro limiti sufficientemente ristretti, perchè essi non furono classificati tomba per tomba, ma raggruppati secondo la forma, e non è più possibile ora controllare l'età di un vaso di epoca incerta per mezzo di quella di altri vasi rinvenuti nella stessa tomba e di epoca più certa.

Vengo ora ad esporre i risultati delle mie misure: ho creduto opportuno riunire assieme gli oggetti di eguale forma, della stessa provenienza, e quando mi fu possibile, della stessa epoca; si vedono così subito le divergenze, che esistono tra i vari valori dell'inclinazione dell'asse magnetico, e si può giudicare della fiducia, che meritano le conclusioni sul valore dell'inclinazione del campo magnetico terrestre in quell'epoca.

Nella tabella I sono esposti i risultati avuti dall'esame di sette, *ὄλμοι*, che si trovano nel Museo di Villa Giulia (¹); nelle diverse colonne sono notati: la necropoli di provenienza, il numero col quale è segnata la tomba, dove i vari oggetti sono stati trovati, l'epoca alla quale questi sono attribuiti, le loro dimensioni, e l'inclinazione del loro asse magnetico dedotto dalle misure. Tutti questi oggetti sono di fabbrica locale.

(¹) Ve n'era ancora un altro appartenente alla tomba 18 di Narce; ma questo non venne esaminato perchè spezzato a metà e rimesso assieme con gomma.

TABELLA I.

Provenienza	Tomba	Epoca	Altezza	Diametro medio delle basi	Apertura angolare media	Inclinazione dell'asse magnetico
Falerii	25	8° sec. a. C.	mm. 272	mm. 153,5	43° 14'	12° 54'
"	26	7°-8° " "	" 196	" 132,5	45 24	7 22
Narce	18	8° " "	" 157	" 143,0	52 50	19 2
"	24	8° " "	" 182	" 114,5	33 3	24 8
"	32	8° " "	" 232	" 180,0	54 13	25 37
"	28	7° " "	" 255	" 149,5	44 11	2 29
"	33	7° " "	" 196	" 140,5	51 15	18 26

Si scorge, che tutti i valori dell'inclinazione dell'asse magnetico sono compresi tra un massimo di 25° 37' ed un minimo di 2° 29'. Non può cadere alcun dubbio sul fatto, che l'inclinazione del campo magnetico terrestre all'epoca e nel luogo della fabbricazione di questi vasi era molto piccola, ma rimane il dubbio, se anche allora come al presente nelle nostre regioni l'ago d'inclinazione era rivolto col polo nord in basso od al contrario.

Siccome non è possibile stabilire, quale delle due basi degli oggetti esaminati sia stata collocata in basso, così dai risultati ora esposti non si può sapere nulla; per decidere la questione ho studiato la distribuzione del magnetismo in altri oggetti o trovati nelle stesse tombe o attribuiti alla stessa epoca, ma sempre di fabbrica locale, i quali per la loro forma non lasciano alcun dubbio circa la loro disposizione entro la fornace: nelle quattro ciste esistenti nel Museo di Villa Giulia ho trovato, che alla periferia della base prevale la polarità sud, e che alla sommità del manico vi è la polarità nord. Anche negli oinochoai della stessa epoca ⁽¹⁾ da me esaminati ho trovato (fatta una sola eccezione), che alla base prevale la polarità sud, e che all'estremo superiore vi è la polarità nord: perciò dalle mie misure risulterebbe, che *nel luogo ed all'epoca della cottura di quei vasi un ago d'inclinazione avrebbe rivolto verso il basso non il polo nord, come al presente, ma il polo sud* ⁽²⁾.

(1) Gli oinochoai esistenti nel Museo di Villa Giulia, di fabbrica locale ed attribuiti all'8° od al 7° secolo a. C., appartengono alle tombe 26, 31, 38 e 40 di Falerii ed alle tombe 61 e 62 di Narce. Fra questi unicamente l'oinochoe della tomba 31 di Falerii ha alla base una polarità nord un po' prevalente su quella sud, tutti gli altri trovansi nella condizione inversa. Le quattro ciste attribuite all'8° secolo a. C. e forse anteriori appartengono alle tombe 35, 37 e 39 di Falerii ed alla tomba 47 di Narce; la prima è un po' storta ed alla base ha unicamente la polarità sud.

(2) Si potrebbe interpretare la prevalenza del magnetismo sud alla base dei vasi etruschi, o supponendo, che l'equatore magnetico sia stato tanto spostato da passare al nord dell'Etruria, o ammettendo che in quell'epoca i due emisferi boreale ed australe avessero avuto polarità magnetica, opposta all'attuale, ed a questa poi si sarebbe giunti

Se si vuole ammettere cogli archeologi, che gli olmoi di Villa Giulia siano stati fabbricati a press' a poco alla stessa epoca, e che quindi sia rimasta pressochè costante la direzione del campo magnetico terrestre, che li ha magnetizzati, le differenze tra i vari valori dell'inclinazione dell'asse magnetico, che ammontano perfino a 23°, sarebbero dovute al modo di dedurre questi valori dalle misure, agli errori inerenti alle misure stesse ed alla posizione degli oggetti (1), durante la loro cottura. Si potrebbe trovare la media dei valori per eliminare almeno in parte gli errori dovuti alle cause accennate, e da essa dedurre il corrispondente valore dell'inclinazione magnetica in quell'epoca (2). Non ho creduto opportuno il farlo, perchè si verrebbe ad ammettere come cosa accertata, che durante la cottura si trovava in tutti i casi rivolta verso il basso quella base, che ora mostra la polarità sud più intensa di quella nord, mentre che per qualcuno degli oggetti potrebbe essere avvenuto proprio il contrario, e per questi si dovrebbe perciò considerare l'inclinazione del loro asse magnetico di segno contrario a quello degli altri. Innanzi a questa incertezza il calcolare una media sarebbe cosa fuori di luogo, e credo miglior partito concludere dalle mie misure unicamente, che l'inclinazione magnetica all'epoca e nel luogo di fabbricazione di quegli olmoi era assai piccola e coi poli rovesciati rispetto all'attuale.

Nel Museo etrusco del Conte Faina in Orvieto non ho trovato olmoi, ma una bellissima collezione di oinochoai di varie provenienze, olle cinerarie ecc.

Nella sala 5^a detta dei *buccheri* trovansi in gran copia degli oinochoai con patina nera (3): scelsi i più perfetti, provenienti dalla necropoli di Or-

ora per successiva variazione nella declinazione magnetica. Le nostre cognizioni non ci permettono di dare maggior peso all'una piuttosto che all'altra delle due ipotesi; però ho già l'idea di tentare, se sia possibile portare un po' di luce su questa questione con appropriate ricerche.

(1) Questa secondo me è la causa d'errore più grave: certo non si può aspettare che i vasi siano stati collocati sopra un piano perfettamente orizzontale.

(2) Per dedurre dall'inclinazione dell'asse magnetico negli oggetti l'inclinazione del campo magnetizzante si dovrebbero fare ai valori riportati nella tabella I delle correzioni in conformità a quanto è stato esposto nelle mie note già citate: bisognerebbe cioè calcolare l'inclinazione ridotta, poi sottrarre a questa la correzione per l'azione dei punti prossimi ai massimi e minimi, ed aggiungervi la correzione dipendente dall'apertura dei coni. Il modo migliore per avere l'inclinazione magnetica indipendentemente da ipotesi sulla distribuzione del magnetismo libero sarebbe quello di fabbricarsi un oggetto geometricamente identico a un vaso antico, e con successive cotture cercare l'angolo di inclinazione, che gli si deve dare per ottenere in esso una distribuzione del magnetismo indotto eguale a quella del vaso antico.

(3) È ora da tutti accertato, che la parola *bucchero* indica specialmente un vasellame a copertura nera proprio delle tombe etrusche. Non è qui il luogo di discutere la maniera per ottenere l'annerimento, ma ho intenzione di studiare questo argomento per vedere se le varie teorie ora combattute tra gli archeologi trovino o no un appoggio nei risultati dell'esperienza.

vieto e di fabbrica locale. Essi hanno la bocca a tre pizzi, ed a destra e sinistra del manico si innalzano due orecchie. Non ho esaminato quindi la distribuzione del magnetismo alla bocca, ma alla base ed attorno al ventre. Nella tabella II sono raccolti i risultati avuti.

TABELLA II.

N. del Catalogo	Diametro della base	Diametro al ventre	Altezza	Inclinazione dell'asse magnetico
239	mm. 125	mm. 172	mm. 325	13° 59' sud
216	" 73	" 130	" 222	12° 52' "
240	" 103	" 175	" 320	10° 23' "
226	" 101	" 165	" 281	9° 0' "
232	" 95	" 149	" 300	6° 15' "
283	" 115	" 199	" 360	2° 13' "
231	" 96	" 164	" 350	2° 35' nord
214	" 71	" 115	" 210	3° 2' "
290	" 112	" 175	" 340	10° 36' "
225	" 85	" 115	" 168	11° 24' "
230	" 117	" 163	" 305	13° 37' "
229	" 96	" 157	" 320	15° 44' "

valore medio 0° 11' nord.

Nella tabella gli oggetti sono stati ordinati secondo il valore dell'inclinazione dell'asse magnetico incominciando da quelli, in cui alla base era più forte la polarità sud che quella nord (le parole sud e nord accanto all'angolo d'inclinazione indicano, che stando alla distribuzione del magnetismo in quell'oggetto, un ago d'inclinazione avrebbe dovuto rivolgere verso il basso rispettivamente o il polo sud od il nord) (1): tra il primo oinochoe e l'ultimo si ha una differenza nell'orientazione del magnetismo in essi indotto di circa 30°. Alle cause più sopra enumerate, a cui si devono attribuire tali differenze, si deve qui aggiungere anche la variazione dell'inclinazione del campo magnetico terrestre, perchè si crede, che i bucceri etruschi, collocati nelle tombe come suppellettile funeraria, siano stati fabbricati sullo stesso tipo e cogli stessi fregi per un lungo periodo di tempo, perciò potrebbe darsi, che vasi perfettamente eguali appartengano ad epoche molto diverse. Se si vuole supporre, che la media delle inclinazioni dell'asse magnetico trovate corrisponda all'inclinazione magnetica all'età media della civiltà etrusca (forse al secolo VI a. C.) risulterebbe, che in quell'epoca la direzione del campo magnetico terrestre era a press' a poco orizzontale.

(1) Ho esaminato altri quattro oinochoai: i numeri 285 e 292 sono magnetizzati assai debolmente e le misure sono incerte; i numeri 284 e 291 hanno una distribuzione del magnetismo irregolare.

Nella sala 4^a del Museo Faina trovansi una serie di vasi policromi di stile orientale, fra i quali nove grandi boccali della stessa forma e di dimensioni poco diverse. Questi somigliano agli oinochoai; solo la bocca è circolare e porta elevate su di essa due orecchie, una a destra e l'altra a sinistra dell'ansa; due ne scartai perchè frantumati, e presi in esame gli altri sette. I risultati avuti sono riportati nella seguente tabella.

TABELLA III.

N. del Catalogo	Inclinazione dell'asse magnetico	Particolarità
125	8° 55' nord	Colorato, graffiti a disegni geometrici, linee curve fatte a mano.
127	7° 23' sud	idem.
123	10° 12' nord	Come i precedenti, ma con graffiti ad archi di cerchio fatti col compasso.
129	5° 36' "	idem.
131	12° 33' "	Come il precedente, di più, figure di quadrupedi alati.
135	7° 33' "	idem.
137	1° 50' "	idem, con figure di testa umana.

Sull'età e sulla provenienza degli oggetti segnati in questa tabella pare che si sappia poco. Il dott. D. Cardella nella descrizione del Museo Faina ⁽¹⁾ dice che « sono del VI secolo a. C. di stile orientale o, come lo chiama il Gerhard, tirreno-egizio ». Io non entro menomamente in questioni archeologiche, ma faccio osservare che anche da questa tabella appare, che l'inclinazione magnetica è stata molto piccola all'epoca e nel luogo di fabbricazione di questi vasi, vasi che sono stati trovati nelle stesse tombe dalle quali furono presi i bucheri. La media dei valori dell'inclinazione dell'asse magnetico indurrebbe a credere, che la direzione del campo che ha prodotto la magnetizzazione era poco diversa da 5° nord.

Dal complesso delle mie ricerche risulterebbe, che all'VIII secolo a. C. l'inclinazione magnetica nell'Italia media era assai piccola e coi poli rovesciati rispetto all'attuale, e che forse un paio di secoli più tardi si aggirava attorno al valore 0°. Naturalmente non voglio dare a questi risultati peso maggiore di quanto meritano: il compito propostomi era assai arduo per le grandi difficoltà che presentava sia per la scelta dei vasi, sia per il pericolo di possibili anomalie nella distribuzione del loro magnetismo, sia per l'incertezza circa all'epoca a cui appartengono ecc. sicchè devo considerare questo lavoro piuttosto come un primo tentativo che una vera misura, e mi riservo di continuare gli studi con maggiore cura e precauzione. Ma fin da ora mi pare di potere affermare con una certa sicurezza, che la strada da me indicata e seguita per scoprire il valore dell'inclinazione magnetica nei tempi antichi sia buona e debba condurre al fine proposto.

(1) *Museo etrusco Faina ecc.* Orvieto, tip. M. Marsili, 1888, p. 39.