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

coefficiente di elasticità; però in questo caso dopo un tempo più o meno lungo, esso è tornato gradualmente allo stato primitivo, come il marmo esposto per poche ore ad una temperatura non molto vicina al suo punto di decomposizione.

È notevole intanto osservare l'enorme aumento nelle deformazioni delle lastrine tenute per un certo tempo ad un'alta temperatura, che giunge fino a quadruplicarsi per una breve esposizione a 300°; aumento che impedisce l'ulteriore studio dei cicli susseguenti e che renderebbe impossibile la determinazione del coefficiente di elasticità del corpo in esame, *date pure le grandi deformazioni residue corrispondenti al carico zero dopo compiuto il 1° ciclo.* Inoltre, la modificazione subita dal marmo dopo una cottura a temperatura piuttosto elevata è tale, che *una lastrina può agevolmente piegarsi a mano in modo evidente* e produce la sensazione di una lastra snodata; e la deformazione così prodotta rimane quasi intieramente, tanto che si potrebbe, aiutandola con deformazioni lente e successive incurvarla e farla rimanere in questa posizione.

Fisica. — *Ancora sull' inclinazione magnetica durante il periodo di fabbricazione dei vasi fittili greci* [1]. Nota del dott. G. Folgheraiter, presentata dal Socio Blaserna.

Resta ora da risolvere la questione, se all' epoca e nel luogo di fabbricazione dei vasi greci esaminati l' inclinazione magnetica era boreale, come attualmente, o australe. Nella parte del mio studio finora esposta, tale questione non è stata toccata perchè, come fu già detto, non vi è alcun mezzo per stabilire, se oggetti sprovvisti di decorazioni attorno alla bocca, e con anse basse siano stati collocati durante la cottura diritti o capovolti. Io ho studiato anche vasi ad ansa elevata come gli oinochoai attici a figure nere su fondo rosso del Museo archeologico di Firenze, le brocche ed olpi corinzie dello stesso Museo e di quello di Siracusa. Questi vasi, a cagione delle parti salienti al di sopra del piano della bocca, non possono essere stati collocati nella fornace che diritti, e quindi dalla prevalenza alla loro base della polarità nord su quella sud o viceversa si può decidere, se l' inclinazione del campo terrestre, che li ha magnetizzati, era nord o sud.

Ma qui, se da una parte si ha una certa garanzia sulla posizione di cottura di questi oggetti, dall' altra si ha lo svantaggio, che essi non possono essere studiati che alla periferia della base. Ora se si dà uno sguardo ad una qualsiasi delle tabelle riportate nelle parti antecedenti di questo lavoro, si riscontra sempre una discordanza tra i valori delle intensità magnetiche alla periferia della base e quelli della bocca. Talvolta la discordanza si può spiegare colla differenza di diametro delle due periferie, e di fatto in generale

[1] Vedi pag. 176 di questo volume.

si ha un' intensità maggiore, ove il diametro è minore, come lo mostra la tabella data per gli orciuoli di Pompei; ma non si possono conciliare tra loro i risultati avuti p. es. dai due vasi a figure rosse 1301 e 1289 (vedi tabella a pag. 177 di questo volume), che hanno press' a poco forma e dimensioni eguali, mentre l' intensità magnetica del primo è molto grande alla base e relativamente piccola alla bocca, e l' intensità magnetica del secondo si trova proprio nelle condizioni opposte.

Ma il peggio si è, che anche il rapporto K : K′ dedotto dall' intensità magnetica alla base è diverso, e talvolta anche notevolmente, da quello che si ricava dal magnetismo della bocca: ad esempio, se si prendono per il calcolo le intensità magnetiche della base dell' anfora n. 1284 nella stessa tabella, si ottiene come inclinazione dell' asse magnetico 21°50′; se si calcolano invece le intensità magnetiche della sua bocca, si ottiene 5°19′.

Ho già altra volta richiamato l' attenzione su questa anomalia [1], perchè essa si è prodotta anche nei cilindri cotti nel forno dell' Istituto fisico di Roma, ma ho pure in quell' occasione mostrato, che se per il calcolo dell' inclinazione dell' asse magnetico si prendono le medie dei valori della base e della bocca, l' effetto di tali irregolarità viene in generale eliminato. A mio credere esse sono dovute principalmente alle due seguenti cause:

Può darsi, che la suscettività magnetica non sia stata uniforme in tutta l' estensione dei vasi, e ciò potrebbe aver avuto luogo sia per la non perfetta simmetria nella distribuzione della materia attorno all' asse geometrico, sia per la diversa azione chimica (ossidante o riducente) della fiamma sui sali di ferro contenuti nell' argilla, e per conseguenza per la diversa quantità di sostanza magnetica prodotta nei varî punti della massa, sia in fine per la diversa temperatura alla quale sono state portate le diverse parti di uno stesso oggetto a seconda del cammino percorso dalla fiamma nell' interno della fornace.

La seconda causa sta nella disposizione adottata nel metodo di misura: l' ago dell' intensimetro viene a trovarsi sempre all' estremità più bassa di un diametro verticale della base o della bocca dei vasi. Per conseguenza si aggiunge sempre al magnetismo proprio del vaso il magnetismo temporaneo, di polarità nord, indotto dal campo magnetico terrestre. Alla periferia, che ha in prevalenza il magnetismo nord, si misura quindi un' azione maggiore, alla periferia opposta un' azione minore della vera, e per questa ragione non possono mai i valori dati dalla base essere eguali a quelli dati dalla bocca. Se però per il calcolo di K e K′ si prende la media delle intensità magnetiche fornite dalle due superficie, l' azione del magnetismo indotto dalla Terra viene eliminata.

Ma nel nostro caso speciale, nel quale si esaminano appunto oggetti ad ansa elevata o con decorazioni attorno alla bocca, non si può studiare che la distribuzione del magnetismo alla loro base, e quindi questa causa di errore

[1] Vedi questi Rendiconti, serie 5ª, vol. V, 2° sem. 1896, pag. 205.

si fa più o meno sentire a seconda del loro coefficiente d' induzione, e non si deve quindi attribuire molta importanza ai valori numerici dell' inclinazione dell' asse magnetico ottenuti. Per questo motivo le ricerche su tali vasi hanno unicamente lo scopo di dedurre, quale delle due polarità magnetiche prevalga alla base, sicuri che se la polarità prevalente è sud, questa dovrebbe essere ancora maggiore, se si potesse togliere l' effetto dovuto al magnetismo temporaneo indotto dalla Terra durante la misura, mentre si troverebbe un valore minore, se la polarità magnetica prevalente è nord.

Nella tabella seguente riporto i risultati avuti dall' esame dei 14 oinochoai greci a figure nere su fondo rosso esistenti nel Museo archeologico di Firenze, classificati secondo l' epoca alla quale vengono attribuiti.

Tabella V.

Numero	Epoca a. Cr.	Diametro della base	Altezza	Base K + K′	Base K − K′	Inclinazione magnetica
Acquisto Pacini . . .	650-600	mm. 70	mm. 190	− 1° 48′,7	+ 1° 4′ 5	− 9° 9′
n° 2096	»	» 90	» 265	− 1 49 8	+ 1 33 4	− 3 22
» 2097	»	» 90	» 265	+ 1 26 5	− 0 48 3	+ 11 37
» 2116	550	» 80	» 212	− 1 29 3	+ 0 59 6	− 7 46
» 2115	»	» 95	» 218	+ 1 26 7	− 1 11 8	+ 4 2
» 2114	»	» 80	» 212	+ 1 15 5	− 0 59 3	− 4 41
Corneto Tarquinia . .	»	» 80	» 202	+ 0 37 5	− 0 26 7	+ 6 32
n° 2117	»	» 70	» 190	+ 0 46 7	− 0 32 1	+ 6 41
» 2100	»	» 85	» 200	+ 0 44 9	− 0 1 7	+ 33 28
» 1891	550-450	» 80	» 205	+ 2 8 4	− 1 11 9	+ 11 11
» 2095	»	» 80	» 225	+ 2 43 8	− 0 39 8	+ 22 36
» 2111	»	» 95	» 220	+ 1 23 6	− 0 4 4	+ 33 56
» 2112	»	» 95	» 220	+ 1 7 6	+ 0 5 9	+ 41 48
» 1895	550-400	» 80	» 225	+ 0 48 1	− 0 6 4	+ 27 38

Si scorge, che negli oinochoai attribuiti ai due ultimi periodi la polarità magnetica prevalente alla base è decisamente nord [1]; in quelli attribuiti all' epoca media 550 anni a. Cr. le due polarità sono poco diverse tra loro, sebbene ancora la positiva prevalga; solo nell' oinochoe 2116 prevale la polarità sud, ma questo vaso secondo il giudizio di competenti archeologi può bene appartenere anche ai primordi del secolo VI. Nel periodo più antico abbiamo due vasi, alla cui base prevale la polarità sud, ed un vaso, il n° 2097 (di stile ionico e forse di fabbrica ionica) in cui prevale la polarità nord; ma questo vaso può secondo competente giudizio scendere anche al secolo VI inoltrato.

[1] Giacchè non è possibile conoscere, quale sia la distribuzione del magnetismo alla bocca di questi vasi, per calcolare l' inclinazione magnetica ho usato l' equazione 3) (vedi questo volume pag. 73), nella quale ho supposto, che A′ e B′ siano = 0. Questo modo di calcolare, quantunque non corrisponda alla realtà delle cose, non influisce punto sopra il segno della polarità prevalente alla base, ma può solo modificare un po' i valori dell' ultima colonna, ai quali del resto non posso dare, come già dissi, alcun peso.

Risulterebbe da ciò, che verso il 650 a. Cr. l' equatore magnetico passava al nord dell'Attica, che al principio del VI secolo attraversava questa regione, mentre più tardi verso il 550, si trovava al sud di essa.

Prendiamo ora in esame i vasi di Corinto.

Anche di questa celebre città esistono nei nostri Musei parecchi vasi, che si attribuiscono generalmente ai secoli VII e VI a. Cr.; io esaminai tutti quelli, che sono ora raccolti nei Musei archeologici di Firenze, Siracusa ed Arezzo.

Nel Museo di Firenze ho trovato:

due brocche a figure di animali, colla bocca a foglia d' edera, a base molto larga e manico a nastro elevato;:

tre oinochoai a figure di animali in parte restaurati;

due anfore [1], una con guerrieri, l' altra con figure di animali;

un cratere;

Nel Museo di Siracusa ho trovato:

cinque grosse brocche protocorinzie, tre delle quali a disegni geometrici, la quarta a fregi bruni con animali e la quinta con fregi bruno-rossastri ed animali sulle spalle;

una grande olpe di squisitissima conservazione con bocca svasata e manico munito di rotelle.

Del Museo di Arezzo ho esaminato una grande olpe.

Se si eccettuano le due anfore di Firenze, tutti questi oggetti che portano alla bocca delle appendici elevate, od hanno l' ansa molto elevata, sono stati cotti con grandissima probabilità colla loro base in basso, ed anche questi ci possono quindi dare un indizio, se l' inclinazione del campo terrestre, che li ha magnetizzati, era boreale od australe.

Ecco i risultati avuti:

Tabella VI.

Museo	Oggetto	Diametro della base	Altezza	Intensità K + K′	Intensità K − K′	Inclinazione magnetica
Firenze . .	Oinochoe n° 1748	mm. 120	mm. 375	− 1° 52′,4	+ 0° 58′,9	− 14° 25′
» . .	» » 1749	» 115	» 335	− 1 12 9	+ 0 41 2	− 12 40
Arezzo . .	Olpe » 59	» 95	» 290	− 0 42 6	+ 0 32 8	− 5 31
Siracusa . .	» sepolcro 184	» 105	» 330	− 0 50 5	+ 0 42 8	− 3 59
Firenze . .	Cratere n° 1825	» 112,5	» 243	− 0 37 8	+ 0 37 6	− 0 9
Siracusa . .	Brocca seplocro 1302	» 130	» 142	+ 1 7 3	− 0 53 7	+ 5 24
Firenze . .	» n° 758	» 140	» 170	+ 0 25 3	− 0 21 2	+ 7 12
Siracusa . .	» sepolcro 108	» 190	» 180	+ 1 14 8	− 0 52 5	+ 9 11
Firenze . .	Oinochoe n° 1896	» 87	» 200	+ 1 2 2	− 0 39 3	+ 9 12
Siracusa . .	Brocca sepolcro 204	» 200	» 140	+ 0 20 4	− 0 13 9	+ 10 4
» . .	» » 373	» 125	» 110	+ 0 36 6	− 0 20 8	+ 12 55
Firenze . .	» n° 1759	» 130	» 130	+ 0 25 3	− 0 8 1	+ 23 36
Siracusa . .	» sepolcro 344	» 200	» 135	+ 0 24 3	− 0 8 0	+ 25 16

[1] Nella vetrina III dove sono collocati i vasi protocorinzi e corinzi si trova una terza anfora, perfettamente conservata (portante il n. 1831) che rassomiglia ai vasi di Corinto, e che si crede provenga da Tebe. L' inclinazione del suo asse magnetico fu trovata = 62°39′.

Le due anfore di Firenze (una delle quali, il n° 1814, ha il diametro della base di mm. 110, quello della bocca di mm. 135 e l'altezza di mm. 342, e l'altra, il n° 1833 ha le stesse quantità rispettivamente eguali a mm. 88, 112 e 248) hanno dato come valore dell' inclinazione magnetica 4° 18′ e 0° 14′. Si ha una conferma, che l'inclinazione magnetica all'epoca della loro fabbricazione era assai prossima a zero, ma per la mancanza di appendici elevate sopra la bocca nulla si può decidere, se essa era boreale od australe.

Come si vede, anche i vasi di Corinto conducono alla conclusione, che nel VII secolo av. Cr. l'inclinazione magnetica era nella Grecia australe; ma essa passando per lo zero era divenuta boreale ancor prima, che cessasse la fabbricazione di tali vasi.

Per quanto tempo l'inclinazione magnetica sia rimasta australe, e quale valore abbia raggiunto, non è possibile conoscere almeno per ora. Io temo però che manchi il materiale necessario per risolvere l'importante questione, a meno che non si arrivi a trovare un carattere, che ci permetta di stabilire con sicurezza, se durante la cottura siano stati collocati diritti o rovesciati i vasi, che hanno perfettamente libera sia la periferia della base sia quella della bocca (1).

Ed ora ritorniamo alle anfore attiche a figure nere. I vasi più antichi sono stati fatti assai probabilmente, quando l'inclinazione magnetica era in Grecia australe: ma quali sieno e quanti delle diverse serie da me esaminate non si può stabilire dalle misure magnetiche. Secondo la classificazione per epoche dei vasi esistenti nel Museo di Firenze dovrebbero essere soltanto quelli attribuiti al periodo 650-600 anni a. Cr., e si verrebbe in tal modo ad ammettere indirettamente, che l'inclinazione magnetica sia giunta perfino a —20°. Ma potrebbe darsi, che qualcuna di quelle anfore appartenga

(1) Sarebbe certo di grande giovamento per questo studio la scoperta di fornaci antiche, purchè venga stabilita l'epoca in cui esse hanno cessato di funzionare, e siano costruite di materiale magnetico dotato di grande forza coercitiva come le argille e molte roccie vulcaniche. Nelle mie escursioni visitai la fornace, che trovasi descritta nei cenni topografici dati dal Cavallari sulla città di Megara Hyblaea: « All'estremità occidentale del lato nord dell'antica città durante gli scavi del 1889 venne alla luce una grande fornace cilindrica del diametro di circa m. 5, addossata agli avanzi dell'antica muraglia di cinta, la quale dai frammenti dei laterizi in essa impiegati fa supporre di essere di un'epoca molto posteriore (alla distruzione della città) ». Vedi *Monumenti antichi* pubblicati per cura della R. Acc. dei Lincei, vol. I, 1890, pag. 728. Questa fornace è costruita con grossi blocchi di pietra bianca, assai comune nella provincia di Siracusa, rivestiti nella parte interna con un leggiero strato di cemento formato da laterizi sminuzzati. Staccai un pezzetto di pietra e la esaminai all'intensimetro. Ebbi una piccola deviazione, mentre eguale qualità di pietra raccolta a caso nei pressi della fornace non manifestò alcun segno di magnetizzazione: però anche questa dopo essere stata riscaldata ad elevata temperatura divenne debolmente magnetica. Questa è una prova, che realmente la fornace di Megara Hyblaea ha servito per cuocere. Non feci alcuna misura al posto allo scopo di conoscere la distribuzione del magnetismo, prima di tutto per l'incertezza che regna sull'epoca della sua costruzione e su quella in cui ha cessato di servire, ed in secondo luogo perchè non si ha un'idea sulla forza coercitiva di quella pietra calcareo-silicea.

ad epoca molto posteriore, e che viceversa qualche altro vaso attribuito ad epoche più recenti sia del periodo più antico. Anche per i vasi a figure nere esistenti nei Musei di Napoli e Siracusa evvi l'incertezza, se siano stati fabbricati, quando l'inclinazione era australe o boreale, e si comprende quindi, quanto sia inopportuno calcolare il valore numerico di quest'elemento magnetico per i singoli periodi, in cui viene suddiviso tutto il tempo, nel quale è durata la fabbricazione di quei vasi.

Quello che viene assodato da queste mie ricerche, e da quelle già esposte nella Nota antecedente si è:

1° Che nel periodo in cui s'incominciarono a fabbricare i vasi di Corinto e quelli attici a figure nere su fondo rosso, l' inclinazione magnetica in Grecia era australe (VII secolo a. Cr.).

2° Che poco tempo dopo, forse al principio del VI secolo (quando durava ancora la fabbricazione dei vasi corinzi), l'inclinazione magnetica era assai prossima a zero, e divenne poi boreale.

3° Che alla fine del periodo di fabbricazione dei vasi attici (400 anni a. Cr.) l'inclinazione magnetica boreale era vicina a 20°.

Sarebbe ora interessante il determinare l'inclinazione magnetica per una o più epoche frapposte tra il V e I secolo a. Cr. per conoscere la legge, secondo la quale essa ha variato in questo intervallo di tempo. A questo scopo mancano i vasi greci, che secondo gli archeologi hanno cessato col finire del V secolo a. Cr. Ma l'arte ceramica trasportata dalla Grecia all' Italia centrale e meridionale ha qui fiorito dal principio del IV fino alla fine del II secolo, e ne sono una prova i vasi campani, d'Apulia, etrusco-campani ed etruschi. Molti di questi vasi sono ammirabili per la perfezione delle forme, per le decorazioni e per la pittura quanto i vasi greci stessi.

Io potei esaminare le collezioni molto ricche dei Musei archeologici di Firenze e Napoli e del Museo di Villa Giulia a Roma [1]; ma le mie ri-

[1] Nel Museo di Napoli trovansi molte anfore di Apulia a figure rosse su fondo nero, parte delle quali vengono attribuite al secolo 450-450 a. Cr. e parte al secolo 350-250 a. Cr. Esse sono in generale molto grandi: salvo rare eccezioni hanno un'altezza, che varia tra 300 e 375 mm., con un diametro alla base tra 110 e 150 mm. e col diametro alla bocca tra 140 e 190 mm.

L' inclinazione magnetica dedotta dalla distribuzione del magnetismo nei singoli vasi risulterebbe:

Anfora	Epoca a. Cr.	Inclinazione magnetica	Anfora	Epoca a. Cr.	Inclinazione magnetica
n° 1526	450-350	0° 9′	n° 1567	350-250	12° 3′
1539	»	0 28	1621	»	12 15
1541	»	0 47	1536	»	13 59
1565	»	2 47	1622	»	16 36
1535	»	3 37	1616	»	17 0
1576	»	16 20	1620	»	19 9
1527	»	32 40	1625	»	39 37
1540	»	52 4	1623	»	48 50
1617	350-250	1 15	1624	»	53 25
1615	»	11 0	1579	»	58 7

cerche non portano alcuna luce sulla questione, che mi sono proposto di risolvere. La discussione dei risultati avuti non condurrebbe che ad una critica archeologica, giacchè o certi gruppi di vasi, che hanno una distribuzione del magnetismo press'a poco eguale, dovrebbero appartenere ad un'epoca molto anteriore a quella a cui vengono attribuiti, o a periodi di tempo relativamente brevi vengono assegnati vasi, nei quali la distribuzione del magnetismo è molto diversa.

Nel Museo archeologico di Firenze si trovano: parecchie anfore nolane attribuite al periodo 450-400 a. C., vasi policromi di fabbrica attica ed italiota attribuiti al periodo 400-300 a. Cr., vasi di Apulia, Lucania e Campania attribuiti al periodo 350-250 a. Cr., vasi policromi di Apulia e Campania attribuiti al periodo 300-200 anni a. Cr., vasi a decorazione policroma di fabbriche italiche (creduti di Brindisi) attribuiti al periodo 250-100 a. Cr., vasi italici così detti campano-etruschi, fatti ad imitazione della metallotecnica ed attribuiti essi pure al periodo 250-100 anni a. Cr.

I risultati sono i seguenti:

Oggetto	Epoca a. Cr.	Inclinazione magnetica	Oggetto	Epoca a. Cr.	Inclinazione magnetica
Anfora n° 1931	450-350	13° 45′	Anfora n° 1939	300-200	15° 35′
» » 1927	»	14 30	Schifo » 1116	250 100	44 40
» » 1932	»	25 2	» senza num.	»	50 54
Cratere » 1948	»	30 19	» n° 1115	»	53 24
Anfora » 1930	»	36 45	Situla senza num.	»	59 17
» » 1941	»	51 1	» n° 1059	»	59 40
» » 1919	350-250	7 25	» » 1061	»	60 8
» » 1938	»	22 35	Oinochoe n° 1086	»	17 50
» » 1917	»	25 56	» » 1085	»	22 37
» » 1936	300-200	0 0	Anfora » 1239	»	46 48
» » 1940	»	3 31	» » 1057	»	55 8
» » 1934	»	6 25			

Come si vede, dall'esame di queste due tabelle è impossibile determinare la legge, colla quale l'inclinazione magnetica ha variato dal 450 a. Cr. fino al 1° secolo. Solo per il periodo di quest'ultima tabella, che va da 250-100 anni a. Cr., vi è un discreto accordo, quando però si vogliano lasciare da parte i risultati avuti dai due oinochoai 1085 e 1086: risulterebbe in tal caso, che l'inclinazione magnetica media di questo periodo è stata 53°45′ in una regione compresa a press'a poco tra il 40° e 41° di latitudine, nella quale attualmente essa ha un valore compreso tra 55°30′ e 57°.

Nel Museo di Villa Giulia a Roma vi sono pure delle ricche raccolte di vasi etrusco-campani ed etruschi, ma la maggior parte di essi ha la forma di olpe bassa e grossa con ansa elevata e di oinochoe (col collo cosidetto a canna) pure coll'ansa elevata Ho esaminato molti di questi vasi, ed anche qui i risultati non vanno punto d'accordo tra loro: però siccome questi sono dedotti da misure fatte alla sola base degli oggetti, e quindi sono meno sicuri di quelli trovati per le anfore, così stimo inutile il riportarli.