

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCLXXXIX.

1892

SERIE QUINTA

RENDICONTI

PUBBLICATI PER CURA DEI SEGRETARI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME I.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1892

**Fisica.** — *Sulla elasticità e sulla resistenza elettrica del rame.* Nota del prof. M. ASCOLI, presentata dal Socio BLASERNA.

1. Nella presente Nota espongo alcune ricerche dirette ad estendere quelle già comunicate a quest'Accademia e pubblicate nel volume IV (serie 4<sup>a</sup>) delle Memorie e nel VI dei Rendiconti sopra il confronto delle variazioni che subiscono la elasticità e la resistenza elettrica dei metalli quando la loro struttura venga modificata mediante temporanei riscaldamenti a temperature diverse.

A questa serie di esperienze sul rame non ho potuto dare quella estensione che diedi a quella sull'argento perchè ho dovuto interrompere il lavoro per dolorose circostanze sopravvenute; ma non essendomi attualmente possibile di riprenderlo, credo che la pubblicazione possa avere, anche come sta, qualche interesse come complemento di quelle già fatte e come conferma dei risultati ottenuti sugli altri metalli.

2. I due fili di esperienza e di confronto sono trafilati insieme da un grosso filo di rame elettrolitico. Hanno il diametro di circa cent. 0,033 e, sopra una larghezza di cent. 86,8, hanno una resistenza di circa 0<sup>m</sup>,16. Nelle nostre esperienze la lunghezza di un decimo di millimetro aveva dunque la resistenza di circa 18 microhm, e quella di un centesimo, limite della precisione nella misura della lunghezza, di meno di 2 microhm; si comprende quindi come, sui valori della lunghezza indicata con L nelle tabelle che seguono, cioè della lunghezza in centim. corrispondente alla resistenza costante del filo di confronto, una notevole incertezza debba cadere sulla terza cifra decimale. Una serie preliminare di esperienze, fatte tenendo il filo in condizioni invariabili, mostra come questo limite della precisione si possa effettivamente raggiungere; nove esperienze diedero per L i valori

7	genn.	86,831	15	genn.	86,844
8	"	86,820	17	"	86,844
9	"	86,840	19	"	86,847
12	"	86,840	21	"	86,850
14	"	86,830	media		86,838

che danno come error probabile di ciascuna determinazione  $\pm 0,006$ . Bisogna però notare come in questa prima serie si manifesti evidente la tendenza all'aumentare già notato per tutti gli altri metalli studiati e dovuto al replicato lavoro di torsione eseguito tra una misura e l'altra; tale variazione sarebbe di circa 0,0003 del valore primitivo. È così piccola in confronto delle altre che non ne terremo conto.

La buona calibricità del filo, necessaria per poter dedurre senz'altro dalla misura delle lunghezze quella delle resistenze, è dimostrata dalla ugual lunghezza che corrisponde ad ugual resistenza sui due fili di confronto e di esperienza.

\* 3. Nella tabella I sono raccolti i risultati immediati dell'esperienza ottenuti coi metodi e cogli istrumenti già descritti nelle pubblicazioni precedenti.

\*  $t$  è la temperatura dell'ambiente durante le misure dell'elasticità.

\*  $T$  è la durata in secondi delle oscillazioni di torsione fatte dal filo tenuto di lunghezza invariabile e teso da un peso costante. Il loro quadrato può quindi ritenersi inversamente proporzionale al modulo di torsione. Nel numero  $T$  è già compresa la correzione dipendente dall'andamento del contasecondi. L'invariabilità della lunghezza, astrazione fatta da quella dovuta alle variazioni di temperatura, è constatata per mezzo del collimatore descritto nella citata Memoria.

\*  $N$  è il numero delle oscillazioni eseguite dal filo mentre l'ampiezza decresce da  $180^\circ$  a  $30^\circ$ .

\*  $t'$  è la temperatura dell'ambiente durante la misura della resistenza elettrica.

\*  $L$  è la lunghezza in centimetri di resistenza costante misurata sul filo di esperienza, e già corretta degli errori della scala.

\*  $r$  è la temperatura raggiunta dalla stufa nella quale il filo veniva collocato tra una misura e l'altra completa, cioè comprendente almeno una misura di elasticità ed una di resistenza elettrica, oltre alle verifiche accessorie.

TABELLA I.

$n$	Data	$t$	$T$	$N$	$t'$	$L$	$r$
1	2	3	4	5	6	7	8
	1891						
1	7-22 Gennaio	7,8	7,0322	111	7,1	86,838	85°
2	23-24 "	8,7	7,0184	131	6,6	86,988	92
3	26 "	7,5	7,0051	138	7,5	87,019	109
4	26-27 "	9,6	6,9945	157	8,6	87,105	137
5	27-28 "	8,3	6,9701	197	8,8	87,160	113
6	29-30 "	10,0	6,9696	192	8,9	87,171	105
7	1-5 Febbraio	8,0	6,9647	208	8,6	87,192	100
8	9 "	7,0	6,9670	199	7,0	87,175	157
9	11 "	7,5	6,9567	220	7,5	87,263	190
10	15 "	6,2	6,9240	331	6,2	87,483	240
11	24-26 "	8,1	6,8874	410	8,6	87,757	213
12	10-11 Marzo	9,9	6,8801	468	10,0	87,793	205
13	2 Maggio	18,0	6,8902	420	18,0	87,646	195
14	14-16 "	19,5	6,8933	402	19,5	87,628	197
15	20 "	18,7	6,8881	427	18,7	87,602	190
16	28-30 "	19,1	6,8887	459	19,2	87,576	190
17	3-4 Luglio	25,8	6,8953	490	26,0	87,595	

4. Come si vede dalle colonne 3 e 6, le variazioni di temperatura sono molto notevoli essendosi le esperienze continuate dal gennaio fino al luglio. Ai valori di L ed ancor più a quelli di T è necessario perciò applicare una correzione. Quanto alla L la disposizione dell'apparecchio è tale da eliminare l'effetto di ogni variazione della resistenza elettrica per causa della temperatura, ammesso che i coefficienti sieno uguali per i due fili. Questa ipotesi, rigorosa quando i due fili si trovano nel medesimo stato, non lo è più nelle ultime esperienze dopo le alterazioni subite da uno di essi: ma non abbiamo alcun dato per valutare l'entità della modificazione nel coefficiente. Considerato però che i coefficienti di temperatura variano pochissimo da un metallo all'altro è lecito supporre che le variazioni da uno stato ad un altro del medesimo metallo sieno affatto trascurabili nel caso nostro. Tale supposizione si accorda colle determinazioni di Matthiesen secondo le quali la variazione per l'argento, il rame e l'oro è sensibilmente la medesima nei fili incruditi e nei ricotti (<sup>1</sup>). La temperatura può però modificare i valori di L per effetto della dilatazione sia del filo sia del regolo di misura. Nella Memoria citata ho mostrato come la correzione da farsi in tal caso sia

$$\Delta L = -L(k - k')(t - t_0)$$

dove  $k$  e  $k'$  sono i coefficienti di dilatazione lineare del filo e del regolo,  $t - t_0$  è l'aumento di temperatura. Per il rame abbiamo  $k = 0,000017$  per l'ottone di cui è fatto il regolo  $k = 0,000018$ . Posto  $L = 87$  cent. e  $t - t_0 = 20^\circ$ , massima variazione verificatasi nel caso nostro, si ottiene

$$\Delta L = -0^{\circ},0017$$

La massima correzione non arriverebbe a due centesimi di millimetro; essa è dunque sempre trascurabile.

5. Non è trascurabile invece la correzione da applicarsi al numero delle oscillazioni N ed alla durata T. Il primo diminuisce, il secondo aumenta rapidamente all'aumentare della temperatura. Per ridurre tutte le misure ad una medesima temperatura ho adoperato i dati dal compianto prof. Pisati pubblicati nello studio sulla elasticità dei metalli a diverse temperature, di cui più volte mi sono valso nel corso di questo lavoro. Essi si prestano bene al caso nostro giacchè si riferiscono appunto a diversi stati elastici, e mostrano come sian pure diversi i valori della variazione prodotta dall'aumento

(<sup>1</sup>) Tale accordo, a dir vero, potrebbe essere solo apparente giacchè ho dimostrato come, accostandosi allo stato di ricicimento, i metalli quanto alla elasticità e quanto alla resistenza mostrano un ritorno ai valori corrispondenti all'incrudimento; lo stesso potrebbe accadere pel coefficiente di temperatura.

di un grado della temperatura. Infatti nelle prime esperienze sopra un filo di rame incrudito, prima di giungere ad uno stato normale, abbiamo.

$$\begin{array}{l} \text{per } 18^\circ \quad N = 550 \quad T = 1,4046 \\ \text{per } 100^\circ \quad N = 150 \quad T = 1,4293 \end{array}$$

da cui deduciamo la variazione relativa media di N e T per un grado

$$\frac{N' - N}{\frac{1}{2}(N' + N)} \frac{1}{82} = -0,0035 \quad \frac{T' - T}{\frac{1}{2}(T' + T)} \frac{1}{82} = +0,000215.$$

Invece per le ultime esperienze, fatte dopo aver raggiunto lo stato normale relativo ai 300°, troviamo

$$\begin{array}{l} \text{per } 12^\circ \quad N = 2400 \quad T = 1,3465 \\ \text{per } 100^\circ \quad N = 1700 \quad T = 1,3658. \end{array}$$

Donde la variazione relativa di N e T per 1° risulta

$$\frac{N' - N}{\frac{1}{2}(N' + N)} \frac{1}{88^\circ} = -0,0039 \quad \frac{T' - T}{\frac{1}{2}(T' + T)} \frac{1}{88^\circ} = +0,000161.$$

Come si vede all'aumentare del grado di ricuocimento il coefficiente di temperatura, sia per il numero delle oscillazioni, sia per la durata, varia notevolmente. Il Pisati non ha portato la sua attenzione su questo punto e quindi non abbiamo mezzo di determinare il valore del coefficiente proprio a ciascuno degli stati raggiunti nelle nostre esperienze. Applicheremo a tutte i primi valori, giacchè sono ottenuti in condizioni più analoghe alle nostre. Applicheremo cioè le correzioni calcolate colle formole seguenti per la riduzione a 15°:

$$C_N = -N(t - 15) 0,0035 \quad C_T = +T(t - 15) 0,000215$$

otteniamo così

n	C <sub>N</sub>	C <sub>T</sub>	n	C <sub>N</sub>	C <sub>T</sub>
1	-2.7	+0,0108	10	-9.9	+0,0132
2	-3.2	+0,0095	11	-9.8	+0,0104
3	-3.4	+0,0113	12	-8.4	+0,0076
4	-3.2	+0,0081	13	+4.4	-0,0045
5	-4.8	+0,0101	14	+6.2	-0,0068
6	-3.5	+0,0075	15	+5.6	-0,0056
7	-4.9	+0,0105	16	+6.6	-0,0062
8	-5.6	+0,0120	17	+18.7	-0,0162
9	-5.7	+0,0113			

\* 6. Nelle colonne 2, 3, 4 della tabella II sono raccolti i valori corretti di T, L, N.

TABELLA II.

n	T	L	N	M	R	A	O
1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,0430	86,838	108	1,00000	1,00000	0,00	20,00
2	7,0279	86,988	128	1,00430	0,99828	2,15	18,28
3	7,0164	87,019	135	1,00760	0,99792	3,80	17,92
4	7,0026	87,105	154	1,01157	0,99698	5,78	16,93
5	6,9802	87,160	192	1,01807	0,99631	9,03	16,31
6	6,9771	87,171	189	1,01898	0,99618	9,49	16,18
7	6,9752	87,192	203	1,01953	0,99594	9,76	15,94
8	6,9790	87,175	193	1,01842	0,99613	9,21	16,13
9	6,9680	87,263	214	1,02164	0,99513	10,82	15,13
10	6,9372	87,433	321	1,03073	0,99320	15,36	13,20
11	6,8978	87,757	400	1,04254	0,98953	21,27	9,53
12	6,8877	87,793	460	1,04560	0,98912	22,80	9,12
13	6,8857	87,646	424	1,04621	0,99078	23,10	10,78
14	6,8865	87,628	408	1,04597	0,99098	22,98	10,98
15	6,8825	87,602	433	1,04718	0,99128	23,59	11,28
16	6,8825	87,576	466	1,04718	0,99157	23,59	11,57
17	6,8791	87,595	509	1,04822	0,99136	24,11	11,36

\* Nella 5 sono scritti i moduli di torsione riferiti al valore iniziale come unità, cioè i valori dei rapporti  $\frac{T_n^2}{T_0^2}$  dove  $T_0$  è 7,0430; nella 6 stanno

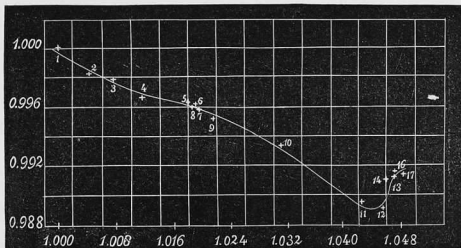
le resistenze riferite alla iniziale come unità, cioè i rapporti  $\frac{L_n}{L_0}$ , essendo  $L_0 = 86,838$ . A ed O sono le ascisse e le ordinate in centimetri di una curva costruita coi numeri delle colonne 5 e 6, posto  $A = \frac{M-1}{2} 1000$

$O = (L - 0,98) 1000$ , in modo che 1 mm. dell'ascissa rappresenta la variazione di 0,0002 in M, ed 1 mm. dell'ordinata rappresenta la variazione di 0,0001 in L; la curva è qui riportata in proporzione ridotta.

\* 7. Primo punto che volevo stabilire è se la resistenza e l'elasticità si possono ridurre ad uno stato normale. Perciò nel riscaldare il filo ho proceduto in modo che dopo aver raggiunto in 4 volte la temperatura di 137°, negli elevamenti successivi non si superasse mai la temperatura dei precedenti; l'avvicinamento notevole dei punti 5, 6, 7, 8 sulla curva mostra la tendenza a costituirsi, contemporaneamente per la elasticità e la resistenza, dello

stato normale corrispondente ai 100° circa. In modo analogo si procedette e con analogo risultato per raggiungere un tale stato corrispondente a circa 190°, come lo mostrano gli ultimi punti; per questo secondo stato dopo un primo elevamento a 240° ne furono necessari altri sei a temperature comprese tra 240° e 190°. Anche per gli altri metalli studiati si era mostrata la medesima difficoltà maggiore per le temperature elevate che per le basse.

8. La variazione dell'elasticità consiste anche qui in un aumento, pressochè uguale a quello presentato dall'argento; infatti i valori del modulo per lo stato iniziale e pei ricuocimenti a 100° e 190° sono pel rame 1,000 1,019 1,048 mentre per l'argento erano 1,000 1,024, 1,140; non si è presentato nessun ritorno dell'elasticità verso i valori primitivi come per l'argento; ma ciò dipende certamente dal non aver raggiunto temperature abbastanza elevate; infatti è noto che il rame, ricotto a temperatura molto elevata, ha un modulo minore dell'incrudito (del 5% circa).



Anche le variazioni della resistenza elettrica furono nello stesso senso ma minori, giacchè giunsero a 0,011 per 190°, mentre l'argento diede per 170° una diminuzione di 0,067. Qui però la tendenza a riprendere valori maggiori si manifesta dopo qualche elevamento a 200° circa; dopo raggiunto il valore minimo 0,9891 la resistenza torna ad aumentare di 0,0024.

Quanto all'andamento generale della curva la perfetta analogia con quello ottenuto per l'argento e per altri metalli conferma una relazione tra l'elasticità e la resistenza indipendente in certo modo dalla natura chimica del corpo; osserviamo anche qui come ad un piccolo ritorno dei valori del modulo tra le esperienze 9 a 8 ne corrisponda uno analogo per la resistenza.

Il numero delle oscillazioni N ha un andamento quasi sempre crescente, perciò non possiamo verificare se sussista la relazione stabilita per

altri metalli tra il numero N, ossia l'elasticità di seconda specie, e la curvatura della linea. Si era trovato che, quando N aumenta al crescere in M la convessità si volge in alto, quando diminuisce si volge in basso. Nella curva del rame vi è solo verso l'estremo un notevolissimo cambiamento di curvatura; nel numero N in corrispondenza di questo tratto notiamo appunto una sensibile diminuzione (raggiunge un minimo dell'esperienza 14), e la convessità volge appunto in basso; poi N torna a crescere e la convessità tende a tornare in alto.

• Tutte le conclusioni delle precedenti serie di esperienze sono dunque completamente conservate da questa •.

Chimica. — *Sopra il Pirrodiazolo.* Nota preliminare di AMERICO ANDREOCCI, presentata dal Socio S. CANNIZZARO.

• Con un'altra mia Nota preliminare (1) annunziai la sintesi del (3)metil-pirrodiazolo, dell'acido (3)carbo-pirrodiazolico e del pirrodiazolo libero ed avendo soltanto menzionato le proprietà ed i dati analitici che mi servirono per caratterizzare queste sostanze, ora, credo opportuno di pubblicare anche il processo da me impiegato per arrivare al pirrodiazolo, sia dall'(1)fenil-(3)metil-pirrodiazolo, sia dall'(1)fenil-pirrodiazolo.

• *Preparazione del (3)metil-pirrodiazolo con l'ossidazione dell'(1)fenil-(3)metil-pirrodiazolo.* — Divisi grammi 85 di (1)fenil(3)metil-pirrodiazolo in 17 porzioni di 5 grammi; introdussi ciascuna porzione in altrettanti recipienti della capacità di litri 1,200 contenenti 50 grammi di acido solforico concentrato e 250 grammi di acqua.

• Dopo che si fu disciolta la base pirrodiazolica, raffreddai le soluzioni finchè ebbero acquistato una temperatura di circa 13°; quindi aggiunsi in ogni recipiente tutto in una volta una soluzione fatta con grammi 50 di permanganato potassico in 800 cc. di acqua e raffreddata pure a 13°.

• La quantità del permanganato corrisponde a 10 molecole di questo sale per ognuna di fenil-metil-pirrodiazolo; ossia corrisponde a circa 15 atomi di ossigeno per ogni molecola di base pirrodiazolica, mentre teoricamente per bruciare il fenil se ne richiederebbero 14.

• Lasciai che l'ossidazione si effettuasse alla temperatura ordinaria che oscillò fra 15° e 20°.

• La reazione per completarsi richiese in media tre giorni e si manifestò con formazione di ossidi del manganese, con leggero aumento di temperatura di 2 a 3 gradi superiore a quella esterna e con un notevole sviluppo di anidride carbonica. Raccolsi il gas sviluppatosi da un recipiente e lo

(1) Rendiconti, vol. VII, 2° sem., 1891, pag. 458.