

fica assimilare l'arco di clotoide ad un arco di circolo: lo si assimila invece ad un arco di prima, seconda, ecc., sviluppante di circolo prendendo

$$\phi = \frac{1}{\pi^2 v^3}, \quad \psi = \frac{1}{\pi v}; \quad \phi = \frac{1}{\pi^2 v^3}, \quad \psi = \frac{1}{\pi v} - \frac{3}{\pi^3 v^3}; \quad \text{ecc.}$$

ma basta osservare che l'equazione intrinseca della n^{ma} sviluppante d'un circolo di raggio a è

$$\rho^{n+1} = \frac{n+1}{n!} a s^n,$$

e che differisce essenzialmente, come si vede, dall'equazione della clotoide, per comprendere che non si arriverà mai, su questa via, a rendere troppo soddisfacente la sostituzione di una curva all'altra, specialmente per la discussione di R: ciò deve al fatto che il contegno della clotoide intorno ai suoi punti assintotici è ben lungi dal potersi paragonare a quello d'una spirale logaritmica intorno al suo polo.



SULLA MISURA DELLE TEMPERATURE RAGGIUNTE DAI FILI PERCORSI DA CORRENTI ELETTRICHE E SUI COEFFICIENTI DI CONDUTTIVITÀ ESTERNA; MEMORIA DEL PROF. PIETRO CARDANI ¹⁾.

V.

Misura della temperatura della corda.

La parte più importante delle presenti ricerche era quella determinare con esattezza la temperatura della corda percorsa dalla corrente: e per questa misura ho adoperato un metodo completamente diverso da quelli finora usati, secondo i quali si deduceva la temperatura della corda dalla variazione della sua resistenza elettrica.

Il nuovo metodo da me seguito è fondato sul principio che il numero delle vibrazioni di una corda tesa si può considerare

1) *Continuazione e fine.* Vedi pag. 245 del vol. XXVII.

come funzione della sua lunghezza: qualunque causa che produca un allungamento della corda, come un aumento qualsiasi di temperatura, fa diminuire il numero delle vibrazioni di essa: per cui, fatto uno studio preliminare sul modo come varia il numero delle vibrazioni dato dalla corda col variare della temperatura fra limiti abbastanza estesi, doveva esser possibile nei limiti stessi dal numero delle vibrazioni, dato dalla corda attraversata dalla corrente elettrica, dedurre la sua temperatura.

In una nota pubblicata nello scorso anno nei Resoconti della R. Accademia dei Lincei ¹⁾ ho fatto constatare la squisita sensibilità del metodo, che dava, in opportune condizioni e con una corda di ferro, una differenza superiore ad una vibrazione doppia sopra cento per ogni grado di temperatura: senonchè l'apparecchio descritto in quella nota era troppo grossolano per le attuali ricerche: allora lo scopo mio era di dare un metodo per la misura di piccoli allungamenti, (fino al centesimo di millimetro), che potesse essere accessibile a tutti, non abbisognando per impiegarlo che un filo di ferro ed un buon orecchio: ma ora che si trattava di ricerche di misura, ho creduto necessario prendere tutte le possibili precauzioni per avere, nello studio della variazione del numero delle vibrazioni colla temperatura la maggiore sicurezza possibile.

Il sonometro era lo stesso: era cioè costituito di due grosse sbarre di ferro verticali, tra le quali era tesa la corda: queste due grosse sbarre erano fissate sopra un robustissimo asse di ferro; la parte inferiore dell'apparecchio era immersa nell'acqua.

Una cassetta, costituita da due parti che potevano riunirsi insieme e opportunamente costruita, circondava la parte superiore dei sostegni verticali e la corda: in altre parole, le due parti della cassetta combaciavano superiormente, inferiormente e lateralmente alla corda, lasciando come una tubulatura prismatica centrale nella quale era la corda tesa.

La cassetta era sostenuta indipendentemente dai sostegni della corda. Le due parti della cassetta portavano delle finestre nei lati più lunghi chiuse con lastre di vetro, in modo che attraverso alle finestre potesse vedersi la corda.

1) Vol. V, pag. 892, IV Serie, 1889.

Nelle due parti della cassetta si poneva dell'acqua in modo di avere nella parte centrale come un bagno ad aria con temperatura costante: per opportuni incavi praticati nelle due parti della cassetta combacianti e dalla parte superiore, si potevano introdurre nella parte centrale quattro termometri in modo che i loro bulbi fossero vicinissimi alla corda. Per riscaldare l'aria dove era posta la corda, non si riscaldava direttamente l'acqua della cassetta; ma si riscaldava l'acqua separatamente e si versava calda nelle due parti della cassetta, e ciò per evitare un riscaldamento troppo sensibile nell'asse inferiore dei sostegni.

I vani che necessariamente restavano tra i sostegni verticali e la cassetta, malgrado che questa fosse stata costruita colla massima cura, si chiudevano con bambagia: quattro tiranti di ferro a vite trattenevano le due parti della cassetta così che, combaciando nel modo migliore possibile, formassero come un'unica cassetta.

Per far vibrare la corda si adoperava una specie di pinzetta facile del resto ad immaginarsi, e formata da due fili metallici sottili sostenuti da una asticina di ferro. Questa pinzetta si introduceva in un'apposita tubulatura circolare, simile a quelle nelle quali si ponevano i termometri: dall'esterno della cassetta si poteva quindi premere la pinzetta verso il basso, in modo che la corda passando attraverso i due fili che la costituivano, entrasse in vibrazione: con una molla opportuna, abbandonando la pinzetta, questa si risolleleva alla posizione iniziale.

La determinazione del numero delle vibrazioni della corda si faceva col solito metodo stroboscopico e col diapason scrivente, come è distesamente descritto nella prima nota del mio lavoro sull'influenza delle forze elastiche nelle vibrazioni trasversali delle corde.

Malgrado la precauzione di riscaldare l'acqua separatamente, ho dovuto fare sempre nelle misure una correzione, perchè l'asse dei sostegni variava di qualche grado di temperatura nel tempo, piuttosto lungo, nel quale durava una serie di osservazioni: la correzione però si poteva fare facilmente, giacchè, essendo la corda adoperata di ferro, come l'asse orizzontale che portava i sostegni verticali, la corda e l'asse avevano lo stesso coefficiente di dilatazione: quindi se tanto la corda quanto l'asse

avessero cambiato di temperatura per lo stesso numero di gradi contemporaneamente, la tensione della corda sarebbe rimasta la stessa e quindi lo stesso anche il numero delle vibrazioni: del resto la correzione al massimo raggiunse i tre gradi, e così si potè riferirsi sempre alle condizioni iniziali delle esperienze.

Le corde presentavano da principio qualche irregolarità: cioè riscaldate e lasciate raffreddare alla stessa temperatura non davano rigorosamente lo stesso numero di vibrazioni, irregolarità che scomparivano dopo qualche riscaldamento e successivo raffreddamento: per raggiungere più presto questo stato normale riscalda i ripetutamente la corda colla corrente.

Raggiunto questo stato normale, la corda dava sempre la stessa caduta nel numero delle vibrazioni per la stessa differenza di temperatura.

Le serie delle esperienze furono fatte alternativamente: cioè: 1.º una serie per la variazione del numero delle vibrazioni colla temperatura: 2.º una serie per la variazione del numero delle vibrazioni colla corrente togliendo la cassetta e lasciando la corda libera nell'aria: 3.º una serie identica alla prima e così di seguito.

Qui riunisco in unico specchietto diverse serie di esperienze eseguite ad intervalli di parecchi giorni, e così concordanti da sembrare una serie fatta in un unico giorno. Per essere sicuro che la corda aveva la temperatura data dai termometri, riscalda l'acqua in modo che versata nella cassetta raggiungesse ancora una temperatura più elevata di quella dalla quale voleva principiare le osservazioni, di cinque o sei gradi: il raffreddamento dell'acqua aveva luogo molto lentamente per cui la serie durava parecchie ore.

Nei seguenti specchietti sono registrati i risultati delle esperienze in questo ordine:

Nella prima colonna la differenza tra la temperatura della corda e quella iniziale: questa differenza sarà sempre indicata con θ .

Nella seconda la differenza tra il numero delle vibrazioni della corda alla temperatura iniziale t ed il numero che essa rende alla temperatura $t + \theta$: questa differenza sarà sempre indicata con N .

Nella terza colonna i valori di N calcolati con una equazione della forma

$$N = a\theta + b\theta^2.$$

I valori calcolati si possono riguardare concordantissimi anche con una differenza di più che una vibrazione, giacchè qualche causa occasionale di errore vi poteva essere, sia in qualche piccola deformazione dei sostegni verticali, sia nella non perfetta omogeneità della temperatura specialmente a temperature elevate.

CORDA N. 1.

Lunghezza della corda vibrante cm. 41. Diametro mm. 0,245.

θ corretta	N osservata	N_1 calcolata	$N_1 - N$
8.1	8.78	9.15	+ 0.37
8.7	9.40	9.90	+ 0.50
16.2	20.72	20.34	- 0.38
18.4	23.76	23.74	- 0.02
24.8	33.59	34.45	+ 0.86
26.0	37.00	36.61	- 0.39
27.5	39.73	39.36	- 0.37
30.7	44.48	45.46	+ 0.98
35.0	53.89	54.15	+ 0.26
35.3	54.14	54.78	+ 0.64
40.0	65.70	65.00	- 0.70
40.8	67.00	66.80	- 0.20
45.3	76.67	77.32	+ 0.65
45.3	76.06	77.32	+ 1.26
48,6	85,53	85,45	- 0,08

L'equazione colla quale furono calcolati i valori di N_1 fu la seguente :

$$(1) \quad N_1 = 1,005\theta + 0,0155\theta^2$$

equazione che ci servirà in seguito per determinare θ dati i valori di N .

Nella prima colonna i valori di θ che sono due a due molto vicini, sono i valori di due serie la prima fatta addì 25 Gennaio, la seconda addì 12 Febbraio.

CORDA N. 2.

Lunghezza cm. 41. Diametro mm. 0,365.

L'equazione per calcolare N_1 adoperata fu la seguente:

$$(2) \quad N_1 = 0,94 \theta + 0,0085 \theta^2$$

θ corretta	N osservata	N_1 calcolata	$N_1 - N$
8,0	7,51	8,06	+ 0,55
16,1	17,58	17,30	- 0,28
17,4	18,10	18,92	+ 0,82
18,8	20,47	20,67	+ 0,20
22,8	25,94	25,84	- 0,10
27,4	31,35	32,12	+ 0,77
39,0	49,41	49,58	+ 0,17
39,2	50,14	49,94	- 0,20
43,8	57,29	57,47	+ 0,18
45,0	60,81	59,51	- 1,30
48,0	64,48	64,78	+ 0,30

La caduta del numero delle vibrazioni era colla corda di diametro maggiore più piccola di quella che si aveva colla corda di diametro minore: ciò era dipendente dalla flessione dei sostegni e la spiegazione del fenomeno si trova esposta nella nota sopra citata, *Sulla misura dei piccoli allungamenti*.

Negli specchietti seguenti sono invece riassunti i risultati ottenuti sulla variazione del numero delle vibrazioni col riscaldamento prodotto dalla corrente.

La corrente era fornita da sei accumulatori e ciò per avere una intensità relativamente costante: per essere sicuro, leggeva la deviazione della bussola di Weber prima e dopo la determinazione del numero di vibrazioni dato dalla corda: l'ampiezza con cui faceva oscillare la corda, era la più piccola compatibile colla visione netta delle onde stazionarie in cui essa sembrava divisa: del resto esperienze preliminari mi avevano dimostrato che cambiando l'ampiezza di oscillazione il numero delle vibrazioni rimaneva costante sensibilmente, anche quando la corda era attraversata dalla corrente.

Ciò stava a provare che per piccole ampiezze di vibrazione la temperatura non si modificava e che quindi poteva conside-

rarsi la temperatura della corda vibrante come eguale a quella che la corda avrebbe avuto in riposo.

Nella prima colonna sono registrate le deviazioni Δ lette nella bussola di Weber colla correzione di cui si parla al paragrafo 4°: nella seconda le differenze N tra il numero di vibrazioni dato dalla corda quando non era attraversata dalla corrente, ed il numero di vibrazioni che rendeva quando invece era riscaldata dalla corrente. La temperatura ambiente t quando si eseguirono queste esperienze fu quasi costantemente di 10°.

CORDA N. 1.		CORDA N. 2.	
Δ	N	Δ	N
30,0	3,90	62,5	5,36
47,0	9,10	85,0	10,25
56,5	13,00	99,0	14,88
61,5	17,14	108,0	17,27
71,0	24,60	116,0	19,81
79,0	32,00	125,0	23,90
81,5	31,97	138,7	30,31
85,0	37,55	147,7	34,35
87,0	38,83	156,6	42,00
90,0	42,14	173,4	53,02
94,0	47,36	180,3	57,98
97,0	49,76	182,3	58,44
101,0	56,60	183,3	59,98
107,0	66,87	189,2	67,00
112,0	73,10		
119,0	85,00		

Conosciuta così la variazione del numero delle vibrazioni col variare della intensità della corrente, ho potuto determinare dalle equazioni (1) e (2) il valore di θ corrispondente ad una certa intensità Δ della corrente. Di questi valori ottenuti di θ e di Δ ne ho fatta una rappresentazione grafica in carta millimetrata ed ho cercato l'equazione della curva per dare così al fenomeno un andamento regolare e togliere i piccoli errori delle osservazioni.

Nei seguenti prospetti sono riferiti i risultati ottenuti dal predetto confronto e cioè:

Nella prima colonna sono notate di nuovo le deviazioni Δ corrette e quindi proporzionali alle intensità delle correnti: nella

seconda le intensità I delle correnti espresse in Ampère : nella terza le differenze di temperatura θ raggiunte dalla corda per la intensità I della corrente e ricavate dalle equazioni (1) e (2) del presente paragrafo : nella quarta i valori θ_1 delle temperature calcolati con una equazione della forma

$$\theta_1 = aI^2 + bI^4:$$

nella quinta le differenze tra le temperature delle colonne terza e quarta.

Nel calcolare i valori di θ_1 si adoperarono le sole potenze pari perchè cambiando la direzione della corrente, cioè I in $-I$ i valori di θ dovevano restare costanti.

CORDA N. 1.

Δ	I in Ampère	θ dedotto dall'esperienza	θ_1 calcolato	$\theta_1 - \theta$
30,0	0,2760	3,5	3,35	- 0,15
47,0	0,4329	8,2	8,2	0,0
56,5	0,5204	11,1	11,8	+ 0,7
61,5	0,5664	14,0	13,9	- 0,1
71,0	0,6539	18,9	18,4	- 0,5
79,0	0,7276	23,4	22,6	- 0,8
81,5	0,7506	23,3	24,0	+ 0,7
85,0	0,7828	26,7	26,0	- 0,7
87,0	0,8013	27,2	27,2	0,0
90,0	0,8289	28,9	29,0	+ 0,1
94,0	0,8657	31,6	31,5	- 0,1
97,0	0,8934	32,7	33,4	+ 0,7
101,0	0,9302	36,3	36,0	- 0,3
* 107,0	0,9854	40,5	40,1	- 0,4
* 112,0	1,0315	43,4	43,7	+ 0,3
119,0	1,0960	48,1	48,8	+ 0,7

L'equazione che servì a determinare θ_1 fu la seguente

$$\theta_1 = 0,003761 \Delta^2 - 0,000\ 000\ 0222 \Delta^4$$

e, come dimostra la quinta colonna le differenze tra i valori calcolati coi valori dedotti dal numero delle vibrazioni sono minori di un grado, ed i valori di θ variano in più e in meno alternativamente attorno i valori di θ .

Δ corretto	I in Ampère	θ per confronto	θ_1 calcolata	$\theta_1 - \theta$
62,5	0,5756	5,4	5,4	0,0
85,0	0,7828	10,0	10,1	+ 0,1
99,0	0,9118	14,0	13,6	- 0,4
108,0	0,9947	16,1	16,2	+ 0,1
116,0	1,0684	18,2	18,6	+ 0,4
125,0	1,1512	21,4	21,6	+ 0,2
138,7	1,2774	26,1	26,5	+ 0,4
143,7	1,3235	29,0	28,4	- 0,6
156,6	1,4423	34,1	33,7	- 0,4
173,4	1,5970	41,1	41,0	- 0,1
180,3	1,6605	44,2	44,2	0,0
182,3	1,6790	44,4	45,1	+ 0,7
183,3	1,6882	45,2	45,6	+ 0,4
189,2	1,7425	49,3	48,5	- 0,8

L'equazione che servì a determinare θ_1 fu la seguente :

$$\theta_1 = 0,0014037 \Delta^2 - 0,000\ 000\ 001\ 3657 \Delta^4$$

la quale dà per θ_1 valori soddisfacentemente esatti coi valori di θ .

Il metodo acustico da me adoperato per la misura delle temperature, sebbene indiretto, parmi che non possa essere soggetto ad alcuna obbiezione relativamente al rigore scientifico, quando si prendano fili non molto grossi e abbastanza lunghi da poter trascurare la piccolissima parte di calore ceduta da essi ai sostegni per conducibilità, e non si ammetta l'esistenza della dilatazione galvanica scoperta da Edlund e confermata da Streintz. Sebbene la critica del Wiedemann e le esperienze di Exner, Basso, Blondlot, Righi, ecc. neghino l'esistenza di questa dilatazione galvanica, ho voluto tuttavia fare qualche esperienza anche in proposito.

È certo che se vi è un effetto galvanico per il passaggio della corrente nei fili, questo effetto dovrebbe manifestarsi con un aumento nella lunghezza dei fili; pel quale aumento, se esistesse, le temperature dedotte dal metodo acustico risulterebbero più elevate di quelle che si avrebbero realmente: la dilatazione galvanica sommandosi colla dilatazione termica darebbe una di-

minuzione nel numero delle vibrazioni maggiori che per la sola dilatazione termica.

Ho riscaldato le corde con correnti che dessero un eccesso di temperatura, che, misurato dal numero delle vibrazioni, risultasse di 46,5 gradi essendo la temperatura ambiente di 10 gradi.

Per ciò ho fatto passare per la corda N. 1 una corrente che desse una deviazione nella bussola di Weber di 116 divisioni; e nella corda N. 2 una corrente che desse una deviazione di 186 divisioni, ho posto sulle corde dei frammenti piccolissimi di paraffina che fondeva a 56,5 gradi; se la temperatura della corda fosse stata inferiore a quella dedotta dal metodo acustico, la paraffina non doveva fondere: invece i frammenti di paraffina si raccolsero in piccolissime sfere, dimostrando che la temperatura di gradi 56,5 era raggiunta.

Se avessi dovuto giudicare con esperienze di tal genere con quale corrente la paraffina fondeva, avrei giudicato con sicurezza che la fusione avveniva con correnti di intensità alquanto minore a quelle adoperate: ciò dipendeva dall'incertezza nel giudicare il punto di fusione di una sostanza e dal modo come la sostanza era posta sul filo: mi sono cioè convinto che il voler determinare la temperatura del filo dalla fusione delle sostanze, poteva dar luogo ad errori anche notevoli; ma il fatto che, colle correnti che secondo il metodo acustico facevano raggiungere alla corda la temperatura di gradi 56,5, la paraffina posta sui fili fondeva *sicuramente*, sta a provare che la temperatura dedotta dal metodo acustico non è affatto inferiore a quella realmente raggiunta.

VI.

Misura della resistenza della corda.

Il valore della resistenza della corda variava per due motivi: 1.° per il cambiamento della temperatura, 2.° per la variazione della tensione. Riguardo alla temperatura avrei potuto calcolare la variazione da essa prodotta nella resistenza del filo, essendovi dati sperimentali sufficientemente sicuri per calcolare la resistenza a $t \pm \theta$ gradi, data la resistenza alla temperatura ambiente t ;

riguardo invece alla variazione della resistenza colla tensione, si sa che la resistenza cresce colla tensione e proporzionalmente, ma il coefficiente di proporzionalità non credo che si possa ritenere rigorosamente costante per i diversi fili: per cui ho eseguite diverse serie di esperienze, per conoscere la variazione di resistenza della corda vibrante per il variare simultaneo della temperatura e della tensione.

Per questa determinazione adoperai la stessa bussola di Weber adoperata per la misura delle intensità delle correnti; come è noto, nella bussola di Weber si trovano tre circuiti per variare la sensibilità dell'apparecchio: uno di questi l'adoperai per la misura della corrente che riscaldava il filo, gli altri due accoppiati per questa misura della resistenza.

Un ponte di Halske e Siemens era disposto in modo da poter avere con una sufficiente sicurezza il millesimo di Ohm.

Le esperienze venivano fatte, come quelle che servirono a determinare la variazione del numero delle vibrazioni colla temperatura: la corda era circondata dalla cassetta nella quale si versava l'acqua calda, e le misure si facevano mentre la temperatura andava diminuendo.

I risultati ottenuti per tutte e due le corde vennero trascritti in grande scala su carta millimetrata: la rappresentazione grafica della variazione della resistenza, col variare simultaneo della temperatura e della tensione della corda, risultò una linea molto regolare, leggermente convessa verso l'asse delle ascisse: dalle curve così ottenute si ricavarono quindi i valori della resistenza R della corda alle temperature $t + \theta_1$, raggiunte dalla corda sotto l'azione delle correnti di intensità I date dai prospetti precedenti.

Negli specchietti seguenti sono dunque trascritti: nella 1^a colonna i valori $t + \theta_1$, dove $t = 10^\circ$ come fu notato nei giorni in cui si fecero le serie di esperienze per la variazione del numero delle vibrazioni coll'intensità della corrente, e θ_1 l'eccesso di temperatura della corda sulla temperatura ambiente: nella 2^a colonna i valori della resistenza della corda, espressi in Ohm.

CORDA N. 1.		CORDA N. 2.	
$t + \theta_1$	R	$t + \theta_1$	R
13.3	1,045	15.4	0,469
18.2	1,065	20.1	0,477
21.8	1,081	23.6	0,484
23.9	1,090	26.2	0,488
28.4	1,111	28.0	0,493
32.6	1,130	31.6	0,499
34.0	1,137	36.5	0,508
36.0	1,147	38.4	0,512
37.2	1,153	43.7	0,523
39.0	1,162	51.0	0,540
41.5	1,176	54.2	0,548
43.4	1,186	55.1	0,550
46.0	1,199	55.6	0,551
50.1	1,223	58.5	0,559
53.7	1,243		
58.8	1,273		

VII.

Riassunto delle esperienze.

Conosciuti i valori dell'intensità della corrente in Ampère, della resistenza della corda in Ohm, e dell'eccesso di temperatura in gradi centigradi, esprimendo la superficie irradiante in millimetri quadrati, possiamo avere la quantità di calore emessa dall'unità di superficie colla formola

$$K = \frac{5 I^2 R}{21 S \theta_1}$$

dove K, che esprimerebbe complessivamente il coefficiente di conducibilità esterna rappresenterebbe piccole calorie.

Nei seguenti prospetti sono trascritti i risultati in questo modo: nella prima colonna la intensità I della corrente in Ampère; nella seconda colonna le resistenze opposte dalla corda quando era attraversata da queste correnti di intensità I; nella terza colonna gli eccessi θ_1 di temperatura sulla temperatura ambiente, raggiunti dalla corda sotto l'azione delle correnti di intensità I; nella quarta colonna i valori di K dati dalla formola precedente.

CORDA N. 1.

Lunghezza cm. 41 Diametro mm. 0,245.

Superficie laterale mm.² 315,5.

I	R	θ_1	K
0,2760	1,045	3,35	0,00001793
0,4329	1,065	8,2	1837
0,5204	1,081	11,8	1872
0,5564	1,090	13,9	1899
0,6539	1,111	18,4	1948
0,7276	1,130	22,6	1998
0,7506	1,137	24,0	2014
0,7828	1,147	26,0	2040
0,8013	1,153	27,2	2054
0,8239	1,162	29,0	2078
0,8657	1,176	31,5	2111
0,8934	1,186	33,4	2139
0,9302	1,199	36,0	2175
0,9854	1,223	40,1	2235
1,0315	1,243	43,7	2284
1,0960	1,273	48,8	2365

CORDA N. 2.

Lunghezza cm. 41 Diametro mm. 0,365.

Superficie laterale mm.² 470,1.

I	R	θ_1	K
0,5756	0,469	5,4	0,00001457
0,7828	0,477	10,1	1466
0,9118	0,484	13,6	1499
0,9947	0,488	16,2	1510
1,0684	0,493	18,6	1533
1,1512	0,499	21,6	1551
1,2774	0,508	26,5	1584
1,3235	0,512	28,4	1599
1,4423	0,523	33,7	1635
1,5970	0,540	41,0	1701
1,6605	0,548	44,2	1731
1,6790	0,550	45,1	1741
1,6882	0,551	45,6	1744
1,7425	0,559	48,5	1772

I valori di K sono dunque ben lungi dall'esser costanti, e di esser gli stessi per fili di diametro differenti. Fatta la rappresentazione grafica degli eccessi di temperatura θ , sull'asse delle ascisse, e dei valori di K sull'asse delle ordinate, la curva corrispondente risultò poco differente da una retta sensibilmente inclinata sull'asse delle ascisse: la leggiera curvatura era tale che i valori di K crescevano un poco più rapidamente dei valori di θ .

Dalle esperienze di Dulong e Petit il coefficiente K che viene espresso dalla equazione:

$$K = h \left\{ m a^t \log a \left(1 + \frac{\theta \log a}{1 \times 2} + \frac{\theta^2 \log^2 a}{1 \times 2 \times 3} + \frac{\theta^3 \log^3 a}{1 \times 2 \times 3 \times 4} + \dots \right) + n \theta^b \right\},$$

crece pure più rapidamente che gli eccessi di temperatura, come

lo dimostra la presenza dei termini $\frac{\theta^2 \log^2 a}{1 \times 2 \times 3} + \frac{\theta^3 \log^3 a}{1 \times 2 \times 3 \times 4} + \dots$

e dei termine $n \theta^b$, ma la variazione dovrebbe esser la stessa per tutti i fili, essendo i coefficienti della equazione soprascritta indipendenti dalla forma della superficie irradiante e dalle dimensioni totali del corpo che si raffredda, se K si riferisce all'unità di superficie.

Nella prima parte i risultati delle mie esperienze concordano nell'andamento generale con quelli di Dulong e Petit: differiscono notevolmente nella seconda parte giacchè le variazioni di K con θ sono molto maggiori colla corda di N. 1 che colla corda di N. 2.

Possiamo dunque dire che la forma e le dimensioni del corpo, e nel nostro caso i diametri dei fili, influiscono in modo sensibile sulle quantità di calore emesso; e che, a parità di superficie, perdono più calore i fili di diametro minore.

La seconda parte dei risultati di Dulong e Petit sembra che rappresenti come un limite verso il quale tenderebbero i risultati delle mie esperienze, coll'aumentare del diametro dei fili: ciò del resto sarebbe prevedibile pensando che le esperienze di Dulong e Petit furono fatte con bulbi termometrici cilindrici e

quindi i risultati sarebbero paragonabili se si adoprassero dei fili di diametri eguali a quelli dei bulbi.

Le esperienze sopra descritte confermano d'altra parte i risultati ottenuti in modo tanto diverso da Riviere e da Forbes: ma qual'è la legge che rappresenta la variazione di K col diametro del filo?

Se tutte le esperienze concordano nella conclusione che cioè il valore di K cresce rapidamente col diminuire del diametro, la legge è ben lungi dall'esser stabilita. Il Riviere si limita a dire che il *raffreddamento da parte dell'aria non è proporzionale alla superficie, ma sarebbe più grande per fili di più piccolo diametro*: il Forbes invece asserisce che la corrente necessaria per elevare ad una data temperatura fili di raggi differenti, invece che essere proporzionale alla potenza $\frac{3}{2}$ del raggio (come risulterebbe accoppiando le leggi di Joule alla legge di Newton, ed esprimendo la sezione del filo e la sua resistenza in funzione del raggio), è proporzionale alla semplice prima potenza: però tale legge fu dedotta misurando l'intensità delle correnti necessarie a fondere della cera, posta su differenti fili, il quale metodo, come ho precedentemente rilevato e con numerose esperienze, è tutt'altro che rigoroso.

Dalle mie esperienze, paragonando nelle due corde adoperate i valori della intensità della corrente per raggiungere la stessa differenza di temperature, per esempio di 49 gradi, si avrebbe:

per la corda N. 1

diametro mm. 0,245 — deviazione della bussola di Weber 119,2.

per la corda N. 2

diametro mm. 365 — deviazione della bussola di Weber 191,0.

Risulta da ciò che la legge di Forbes si può ritenere solamente come una prima approssimazione della legge vera che rilega l'intensità della corrente al diametro del filo per ottenere eguali aumenti di temperatura.

È certo che con due soli fili e colle esperienze fatte non mi è lecito stabilire questa legge importante; ma i risultati ottenuti, concordi nell'andamento generale con quelli di Dulong e Petit, e nel caso dei fili con quelli di Riviere e di Forbes, mi danno affidamento che il metodo da me seguito, superiore indubbiamente, come sensibilità, a quelli finora usati nella deter-

minazione delle temperature, mi permetterà di stabilire questa legge con tutto il rigore desiderabile in una ricerca scientifica e di studiare anche altre questioni, relative al valore di K .

Finalmente paragonando i risultati di Oelschlaeger con quelli delle mie esperienze, si vede che mentre dalle esperienze di Oelschlaeger l'eccesso di temperatura è rilegato alla intensità della corrente da una relazione della forma

$$\theta = c I^2$$

dove c sarebbe una costante, dalle mie esperienze, come rilevasi dal paragrafo V, si avrebbe

$$\theta = a I^2 - b I^4;$$

ma il coefficiente b risulta tanto piccolo che può considerarsi la legge di Oelschlaeger come sufficientemente esatta.

Istituto fisico della R. Università di Roma
Aprile 1890.



SULLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA DI ALCUNI MESCUGLI NATURALI DI
COMPOSTI ORGANICI ED IN PARTICOLARE SULLA CONDUCIBILITÀ
ELETTRICA DEGLI OLII, DEI GRASSI, DELLE CERE, DELLE ESSENZE,
DEI BALSAMI E DELLE RESINE; MEMORIA DEL PROF. ADOLFO
BARTOLI.

(Sunto dell' Autore).

I. Questa memoria fa seguito ad altre da me pubblicate dal 1884 in poi in questo giornale, nella *Gazzetta Chimica* di Palermo, nell'*Orosi* di Firenze, nei resoconti della R. Accademia dei Lincei di Roma e (per sunto) in diversi giornali scientifici stranieri ¹⁾.

1) *Nuovo Cimento*, 3. serie t. XVI pag. 64; t. XIX pag. 43, 48, 52, 55; t. XIX pag. 122; t. XX pag. 121, 125, 136; *Gazzetta Chimica* di Palermo dal 1884 al 1887; *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, Roma dal 1884 al 1887; l'*Orosi*, Firenze dal 1885 al 1887; vedi anche *Naturforscher*, 1884 e 1885; *Journal de Physique* 1886, 1887; *Chemische Centralb.* 1885 s. 785; *Jahresberichte der Chemischen Technologie* 1885 Bd. XXX, etc.