

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXVI.

1919

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XXVIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. FIO BEFANI

1919

grafiche e rinunciare all'ipotesi dell'esistenza di numerose stelle deboli rosastre, o di un mezzo assorbente.

È da notare che il nostro specchio sferico incontra la Galassia in una regione a 90° dai vertici.

Particolari e deduzioni di questa ricerca verranno pubblicati dall'Osservatorio di Collurania.

Fisica. — *Nuove ricerche intorno alla costante della legge di Stefan-Boltzmann* (1). Nota della dott. MARYA KAHANOWICZ, presentata dal Corrisp. M. CANTONE.

Procedetti a questa nuova serie di esperienze per vedere se la indipendenza del coefficiente dalla temperatura, riscontrata da me nella prima determinazione (2), si mantiene ancora nel campo delle temperature elevate. La determinazione di Coblentz (3) non è decisiva in questo senso, perchè si riferisce ad un intervallo di temperature molto limitato, compreso cioè fra 1056° e 1084° C.; quella di Valentiner (4) è dedotta in un intervallo maggiore, fra 829° e 1433° C., ma i risultati sono abbastanza discordanti e presentano un andamento sistematico; in un campo ancora più esteso furono eseguite le esperienze di Féry (5), ma nei suoi valori dedotti fra 529° e 1263° C. si nota un disaccordo eccessivo, avendosi per  $\sigma$  i valori estremi 6,04, 6,66. Mi sembrò perciò opportuno di intraprendere una nuova determinazione, poichè una buona verifica sperimentale della legge in esame in un grande intervallo di temperatura con un metodo unico, oltre a presentare un interesse per sè, è di un'importanza particolare in quanto può fornire un giusto criterio circa il modo di valutare le alte temperature in base alla legge di Stefan.

Nello studio particolareggiato dei vari tipi di ricevitore integrale messi finora in prova ebbi occasione di rilevare che il ricevitore integrale da me adoperato (tipo Amerio) presenta qualche vantaggio rispetto agli altri, poichè con esso si realizzano due condizioni fondamentali: l'uso di un sistema in cui l'energia elettrica e l'energia raggiante abbiano sede nello stesso conduttore, il che costituisce una condizione indispensabile per valutare esattamente la quantità di energia spesa per la compensazione, ed il raggiungimento di un potere riflettente quasi trascurabile (0,1%). Tale ricevitore

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica sperimentale della R. Università di Napoli.

(2) Rend. Acc. dei Lincei, vol. XXVI, 1917, serie 5ª, fasc. 8º, pag. 439; Nuovo Cimento, serie VI, vol. XIII, 1917, pag. 142.

(3) Bull. of the Bureau of Standards, 12, 4, 1916, pag. 504.

(4) Ann. d. Phys., 31, 1910, pag. 275.

(5) Compt. Rend., 148, 1909, pag. 915.

deve quindi rispondere bene alle esigenze di una misura rigorosa dell'energia emessa dal radiatore, e poichè questo offre tutte le garanzie necessarie per l'attuazione del corpo nero, non resta che la questione riguardante la graduazione della pinza termoelettrica nell'intervallo di temperature esteso fino al nuovo limite (punto di fusione del rame).

La calibrazione dell'elemento Le Chatelier fu eseguita con un metodo suggerito dal prof. Cantone. Furono scelti come punti di riferimento le temperature di fusione dei metalli: piombo, alluminio, argento, oro e rame, dei quali nell'Istituto si aveva una discreta provvista in condizioni di grande purezza. La temperatura di fusione del piombo servì come punto di verifica della scala nella regione più bassa, in modo da poter collegare le nuove misure con quelle fatte nella prima ricerca usando un bagno ad olio e lo zolfo bollente. I metalli in forma di lamine circolari di spessore da 0,1 a 0,2 mm. e di diametro presso a poco uguale a quello del tubo interno del forno vi si introducevano con un apposito sostegno e si procurava di disporli molto vicino alla saldatura della pinza termoelettrica, e precisamente a distanza non maggiore di 2 o 3 mm. da questa, mantenendo il sistema della saldatura e della lamina nella regione centrale del forno.

Come ricevitore serviva il pirometro ottico di Féry posto a circa 130 cm. dalla bocca del forno ed aggiustato in modo da aversi l'immagine della lamina metallica da fondere sulla saldatura della pinza pirometrica. Si seguiva l'andamento del galvanometro messo in circuito colla pinza Le Chatelier e quello del galvanometro inserito nel circuito del pirometro facendo letture contemporanee ad intervalli di un minuto a cominciare da una temperatura di 30° a 40° inferiore al punto di fusione della lamina, e si riscontrava che ad un certo istante la corrente data dal pirometro passava dal regime di un lentissimo aumento ad un arresto netto o ad una variazione in senso opposto, per dare luogo dopo una diecina di secondi ad un accrescimento rapido dell'intensità ed in ultimo al ripristino del regime primitivo. Le modalità del fenomeno rispondevano, come è facile comprendere, all'arresto nella variazione della temperatura durante la fusione ed al passaggio dalla legge di emissione della lamina a quella caratteristica del fondo del forno.

Il metodo, nella sua semplicità, presenta una sensibilità notevole, in quanto che accusa l'inizio della fusione con una prontezza che non può dar origine ad alcun dubbio, se si ha cura di giungere alla fusione con un processo termico sufficientemente lento in guisa da avere sempre, mediante la pinza Le Chatelier, la temperatura della lamina in esame. Per dare un'idea della sensibilità del metodo dirò che, nel caso dell'argento, l'ago galvanometrico il quale avanzava di 3 a 4 mm. della scala durante un minuto, subì in seguito al cennato arresto un salto da 348 mm. a 360 mm., mentre la lettura fatta al galvanometro della pinza Le Chatelier accusava in questo tempo una variazione di meno di un decimo di millimetro. Ripetute espe-



rienze coi singoli metalli diedero quasi sempre valori concordanti fino al grado.

Nella rappresentazione analitica dei valori ottenuti per la graduazione della pinza in base ai punti di fusione noti, sono ritornata per l'espressione della forza elettromotrice in funzione della temperatura quasi esattamente sulla funzione di 2° grado dedotta nella prima ricerca fino a 444°, avendo ottenuto:

$$E = 126.7 + 7.238t + 0.002358t^2,$$

ove E denota la f. e. m. espressa in mikrovolta e  $t$  la temperatura centigrada: i coefficienti infatti differiscono leggermente da quelli trovati per la funzione fino a 444°, ma è da avvertire che buona parte della variazione apportata dipende dal fatto che ora si è voluto anche tener conto della resistenza della pinza. L'andamento degli errori residui, come si deduce facilmente dall'annessa tabella, presenta questo di caratteristico che fino a 444°

$t_{\text{oss.}}$	$E_{\text{oss.}}$	$t_{\text{oss.}} - t_{\text{calc.}}$	$t_{\text{oss.}}$	$E_{\text{oss.}}$	$t_{\text{oss.}} - t_{\text{calc.}}$
0,0	0,0	- 17,4	228,1	1634,3	+ 1,5
25,8	132,7	- 9,6	254,7	1851,5	+ 2,2
50,6	280,5	- 4,7	280,8	2073,8	+ 2,1
77,3	459,2	- 1,6	306,3	2303,0	+ 1,0
100,0	624,3	- 0,3	444,4	3571,1	- 1,5
125,7	815,8	+ 0,6	658,0	5664,2	- 0,7
150,8	1009,7	+ 1,1	960,9	9011,2	- 0,4
175,9	1213,0	+ 0,8	1064,0	10265,9	- 1,8
200,5	1411,8	+ 0,9	1083,0	10474,6	+ 0,3

è sistematico in conformità ad una curva di tipo sinusoidale e per le temperature superiori acquista il carattere accidentale.

Feci vedere nel primo lavoro come con un termine di 3° grado si riesca a correggere del tutto l'andamento sistematico; ora ho potuto constatare che fra 700° e 1000° un termine di 3° grado non giova per niente, giacchè volendo apportare una ulteriore correzione si toglierebbe alla funzione la forma di una serie di potenze. Epperò, siccome in questa regione gli errori sono effettivamente piccoli, e poichè d'altra parte si può ritenere che la coppia  $Pt, Pt - Rh$  pur non seguendo la legge di Avenarius nella regione di massima curvatura (cioè fra 0° e 500°) si avvicina abbastanza bene a questa legge nella regione di curvatura piccola fino a 1000°, si credette di poter assumere la funzione di 2° grado avanti indicata per la misura delle temperature fra 500° e 1100°, conservando per le temperature inferiori la formula di 3° grado stabilita precedentemente.

Lavorando questa volta per lo più nella parte visibile dello spettro, col forno al rosso, ho potuto constatare che il criterio fotometrico di Lummer

circa l'uniformità della temperatura coll'apprezzamento ad occhio, è assolutamente inapplicabile nel caso del forno da me adoperato, poichè non solo si è lontani da un'uniforme illuminazione per tutta la lunghezza del tubo, ma le parti estreme per una distanza di 5 cm. ca. non diventano mai incandescenti. E che tale uniformità realmente manchi, ho verificato poi con un'esperienza rigorosa: riferendomi alla temperatura di fusione dell'argento ho riscontrato col solito metodo pirometrico, che questa avviene con una differenza di  $5^\circ$  rispetto all'indicazione della pinza se la lamina, invece di essere quasi addossata alla saldatura, si trova a distanza di 5 cm. da questa, e di  $15^\circ$  quando la distanza è di 10 cm. Bisogna però tener presente che tali risultati si ottennero durante la fase crescente della temperatura, e che la disuniformità viene ad essere certamente attenuata quando il forno si trova nello stato di regime, ma non fino al punto da non costituire una causa di errore; e d'altra parte è da notare che la piccola finestra emittente, di cui si fece uso per la determinazione di  $\sigma$ , porta nel fascio utilizzato una limitazione per il fatto che l'energia proviene in modo predominante dalla regione centrale, dove l'uniformità veramente esiste; quindi è da escludere che nel corso dell'esperienza non si abbia il flusso di energia raggiante completa corrispondente alla temperatura dedotta mediante la pinza Le Chatelier. Del resto l'esperienza stessa può decidere in proposito, poichè se il fascio emesso non fosse dovuto ad irradiazione per temperatura uniforme, il valore di  $\sigma$  dovrebbe diminuire sistematicamente col crescere di questa, in quanto che la differenza fra la temperatura virtuale del fascio e quella indicata dalla pinza dovrebbe crescere col riscaldamento del forno. Vedremo fra poco che ciò non accade.

Nelle nuove determinazioni di  $\sigma$  lasciai invariate le condizioni sperimentali in cui fu eseguita la prima ricerca, perchè il buon accordo dei valori ottenuti non faceva sospettare che potessero intervenire errori sistematici: presi solo questa volta anche la precauzione di annerire il tubo del forno. Inoltre dovendo valutare quantità di energia notevolmente maggiori, ho potuto servirmi di un galvanometro meno sensibile ma molto sicuro (galvanometro di Hartmann e Braun di sensibilità  $5,852 \times 10^{-9}$  Amp. a 2 metri di distanza) pure aumentando alquanto la distanza fra le aree raggianti.

Come dimostra l'annessa tabella i valori di  $\sigma$  non solo non manifestano alcuna tendenza verso un andamento sistematico colla temperatura, ma presentano un accordo eccezionalmente buono, non raggiunto in nessun'altra determinazione di questo genere: i valori si aggirano intorno alla media 5.603 con scostamenti piccolissimi, avendosi come valori estremi 5,58 e 5,63.

$$d = 40,23^{\text{cm}}$$

DATA	$t$	$\sigma$	DATA	$t$	$\sigma$
18 ottobre 1918	465,3	$5,60 \times 10^{-12}$	26 ottobre 1918	1074,6	$5,62 \times 15^{-12}$
" " "	840,5	5,58	29 " "	599,4	5,61
24 " "	972,5	5,62	6 novembre "	732,1	5,60
" " "	1061,6	5,61	9 " "	477,0	5,61
25 " "	854,9	5,63	11 " "	600,2	5,58
" " "	862,3	5,60	12 " "	950,2	5,60

$$d = 60,54^{\text{cm}}$$

20 novembre 1918	827,4	$5,58 \times 10^{-12}$	21 novembre 1918	948,0	$5,60 \times 10^{-12}$
" " "	959,2	5,59	" " "	1039,4	5,62

$$\text{Media: } \sigma = 5,603$$

Non ho riscontrato nei miei risultati nulla che accennasse ad un assorbimento atmosferico, il quale secondo Coblentz <sup>(1)</sup>, dovrebbe ammontare a 2-3 % per un radiatore a 1000°. Le esperienze, cominciate in ottobre, quando a Napoli si hanno ancora temperature estive, e finite in novembre, quando per Napoli comincia già la stagione umida, non manifestano nessuna dipendenza dei valori di  $\sigma$  dallo stato igrometrico dell'aria. D'altra parte un aumento di 20 cm. nella distanza fra le aree raggianti anche questa volta non apportò nelle mie esperienze alcuna influenza sui valori di  $\sigma$ , per cui sarei indotto a ritenere che il mio valore sia indipendente dall'assorbimento atmosferico e che le deduzioni di Coblentz in proposito sieno dovute a circostanze particolari che intervengono nelle sue esperienze e che potrebbero derivare dalle speciali condizioni climatiche, e più probabilmente dal dispositivo sperimentale a cui egli ebbe ricorso per il suo studio. La circostanza poi che anche nell'attuale determinazione il valore medio di  $\sigma$  è 5.60 e non maggiore, dimostra che l'energia emessa dalla bocca del forno è indipendente dalla natura delle sue pareti, annerite o no. Pure il Coblentz trova come effetto dell'annerimento del tubo una variazione nei valori di  $\sigma$  che entra fra i limiti degli errori sperimentali <sup>(2)</sup>.

Limitai la serie a un numero relativamente piccolo di esperienze, ma sufficiente allo scopo, sia per l'accordo eccezionalmente buono che si riscontra nei singoli valori di  $\sigma$  e assai migliore di quello raggiunto nella prima determinazione, sia perchè i singoli valori di  $\sigma$  si mantengono vicinissimi alla media 5,60, dedotta nella prima ricerca da un grande numero di risultati. E tenuto conto dell'accordo raggiunto giudicai opportuno di spingermi nei valori di  $\sigma$  fino alla seconda cifra decimale, mentre nella prima determinazione mi ero limitata ad una sola.

<sup>(1)</sup> Scientific Papers of the Bureau of Standards, n. 262, pag. 573.

<sup>(2)</sup> V. Coblentz, loc. cit., pag. 573.



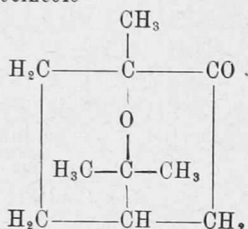
La media di tutti i valori è 5,603, e diventa 5,609 se si apporta la correzione del 0,1 % per il potere riflettente del ricevitore integrale; quindi il valore più probabile che segue dalle mie esperienze è 5,61.

Riassumendo, sarei indotta a concludere che il valore 5,61 da me ottenuto in un intervallo di temperature (256°-1075°) a cui finora non è stata estesa nessuna determinazione e con distanze diverse fra le aree raggianti, può essere considerato come una assai soddisfacente verifica sperimentale della legge in esame, verifica la quale in fondo dimostra che il modello del forno da me posto in opera funziona veramente da corpo nero.

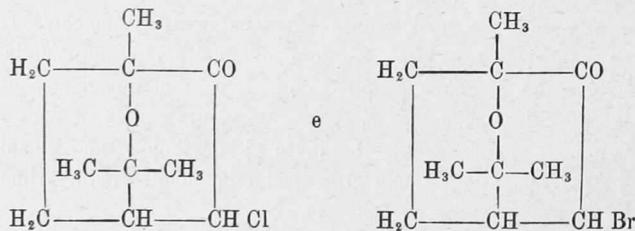
Rendo sincere grazie al prof. Cantone per i mezzi sperimentali posti a mia disposizione.

Chimica. — *Composti alogenati del cheto-cineolo* (1). Nota di GUIDO CUSMANO, presentata dal Socio A. ANGELI.

In una Nota precedente (2) si pose in rilievo l'analogia fra il comportamento chimico del chetocineolo



e quello della canfora e del pinocanfene; ma si faceva notare che l'analogia doveva trovare un limite nella stabilità relativa del ponte ossigenato. Per illustrare questo concetto si è studiata l'alogenazione del chetocineolo e si è trovato, come verrà esposto nella presente Nota, che si può introdurre in esso, con gli ordinari metodi, un atomo di cloro o di bromo senza che la sua struttura si alteri; ma che un'ulteriore alogenazione conduce a derivati del carvomentone (tetraidrocarvone). I detti prodotti monoalogenati corrispondono alle formole



(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica Organica del R. Istituto di Studi superiori in Firenze.

(2) In corso di stampa nella Gazzetta Chimica italiana.