ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXC.

1893

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME II.

1° Semestre

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1893

Fisica. — *Sopra una equazione analoga a quella degli aeriformi valevole per i metalli* (1). Nota del prof. ENRICO BOGGIO-LERA, presentata dal Socio BELTRAMI.

« Per un noto teorema di Clausius, se m è la massa delle molecole d'un corpo solido, v la velocità corrispondente alla forza viva molecolare media, r la distanza di due molecole, $\varphi(r)$ la forza esercitantesi fra di esse, si ha:

$$\Sigma \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \Sigma r \varphi(r)$$

le somme essendo estese a tutto il corpo.

« Se ora noi indichiamo con M la massa del corpo, con V il suo volume, K il calore specifico assoluto, T la temperatura assoluta, E l'equivalente dinamico della caloria, N il numero di molecole nell'unità di volume, $N^{-\frac{1}{3}}$ la distanza media delle molecole, ψ la forza media esercitata sopra una molecola dalle altre molecole, l'equazione di Clausius potrà mettersi sotto la forma

$$\mathrm{MKTE} = \mathrm{N} . \mathrm{N}^{-\frac{1}{3}} . \psi . \mathrm{V} ;$$

e ponendo

$$\mathrm{N}^{\frac{2}{3}} \psi = \mathrm{H} , \tag{A}$$

si potrà anche scrivere:

$$\frac{\mathrm{MKTE}}{\mathrm{V}} = \mathrm{H} \tag{B}$$

« Il primo membro di questa rappresenta l'energia cinetica molecolare del corpo per unità di volume, il secondo come indica la (A), essendo $\mathrm{N}^{\frac{2}{3}}$ il numero di molecole per unità di superficie, rappresenta la forza d'attrazione molecolare per unità di superficie, e quindi è omogeneo col primo. L'equazione (B) è dunque simile per la forma all'equazione dei gas perfetti.

« Volendo accertare se essa abbia realmente un significato analogo, conviene trovare il significato di H. Confrontiamo a tal fine l'energia cinetica per unità di volume dei metalli con il loro coefficiente di rottura. Volendo utilizzare i valori numerici trovati da Wertheim, notiamo ch'egli prese per unità di forza il chilogrammo, e per unità di superficie il millimetro quadrato; così che noi dovremo esprimere il volume in millimetri cubici, e l'energia in chilogrammo-millimetri.

« Ciò posto e ricordando che il calore specifico assoluto dell'idrogeno è 2, 4 piccole calorie per grammo, indicando con p il peso molecolare di un

(1) Lavoro eseguito nel Regio Istituto Tecnico di Catania, giugno 1893.

metallo relativamente all'idrogeno, il calore specifico assoluto sarà espresso per questo metallo da $\frac{2,4}{p}$ per grammo, e indicando con d la densità, da $\frac{2,4 \times d}{p}$ per c^3, e quindi da

$$\frac{2,4 \times d}{1000 \times p} \text{ piccole cal}^{\text{rie}} \text{ per } mm^3 .$$

« D'altro canto una piccola caloria è uguale a 0,427 chilogrammetri, ossia a 427 chg.-millimetri; dunque l'energia cinetica di quel metallo per ogni grado di temperatura sarà:

$$\frac{2,4 \times 427 \times d}{1000 \times p} \text{ chg-millimetri per } mm^3$$

e per la temperatura assoluta $T = 291$ corrispondente ai 18° C. ai quali Wertheim faceva le sue esperienze, sarà:

$$\frac{2,4 \times 427 \times 291 \times d}{1000 \times p} \text{ chg-millimetri per } mm^3 .$$

« E se conformemente alle nostre formole (A) e (B) quest'energia per unità di volume, misura la forza d'attrazione molecolare per unità di superficie, questa sarà espressa da

$$\frac{2,4 \times 427 \times 291 \times d}{1000 \times p} \text{ chilogrammi per } mm^2 . \qquad \text{(C)}$$

« La seguente tabella contiene le densità d dei metalli crudi sui quali Wertheim eseguì i suoi celebri esperimenti, i rispettivi coefficienti di rottura da esso determinati in chg. per mm^2, ed i valori calcolati per H mediante l'espressione (C)

	d	R	H
Oro	18,51	28,40	28,02
Argento	10,37	29,60	28,63
Zinco	7,008	15,77	32,06
Rame	8,933	41,00	42,02
Platino	21,27	35,00	32,13
Ferro	7,748	65,10	41,26
Palladio	11,36	27,20	31,78

« Questa tabella mostra che i valori di R ed H sono prossimamente uguali, salvo per il ferro e lo zinco.

« Ma in quanto al ferro, io osservo che come lo stesso Wertheim ebbe a riconoscere dall'analisi, il suo campione conteneva solamente 97 parti per

100 di ferro e 3 parti di carbone e silicio; e sapendosi come anche piccolissime quantità di queste sostanze influiscono notevolmente sulla tenacità del ferro, io credo che possa attribuirsi a questa circostanza la superiorità di R rispetto ad H che si verifica per questo metallo. In quanto poi allo zinco, è facile vedere che esso non forma punto eccezione, se si ammette che anche le molecole di zinco solido, come è noto per quelle di vapore di zinco, siano costituite da un solo atomo. Infatti in tale ipotesi, il calore specifico assoluto dello zinco non verrà dato da $\frac{2,4}{p}$ come per gli altri metalli pei quali si ammettono generalmente come per l'idrogeno molecole biatomiche, bensì verrà dato da $\frac{2,4}{2p}$, e per conseguenza prendendo questo valore, risulta per lo zinco

$$H = 16{,}03$$

numero concordantissimo con 15,77. Possiamo quindi concludere che senza eccezione:

« Il coefficiente di rottura dei metalli crudi, risulta uguale all'energia cinetica molecolare per unità di volume e che sussiste pei metalli crudi la relazione

$$MKTE = RV$$

fra il volume, la temperatura, e il coefficiente di rottura, e il calore specifico assoluto.

« Osservando poi che la (B) si può anche mettere sotto la forma:

$$R = 2{,}4 N . h . E . T$$

indicando con h la massa dalla molecola d'idrogeno, possiamo dire ancora che: purchè la temperatura non sia tale da togliere ai metalli le proprietà loro conferite dall'incrudimento, il coefficiente di rottura è proporzionale al numero di molecole contenute nell'unità di volume, ed alla temperatura assoluta.

« Credo che questa deduzione del coefficiente di rottura sia una conferma sicura dell'ipotesi di Clausius intorno alla indipendenza del calore specifico assoluto dallo stato fisico; cosicchè il calore specifico assoluto dei corpi riesce definitivamente determinato dal rapporto del numero 2,4 al peso molecolare riferito all'idrogeno.

« Il signor Moutier [1] ha dimostrato che fra il modulo di elasticità v, il calore specifico assoluto, la massa, il volume e la temperatura assoluta, passa la relazione:

$$\frac{1}{2} v = \frac{2MKE}{\frac{\partial V}{\partial T}} \qquad (a)$$

[1] Comptes rendus, 1870, tome LXX, pag. 1315.

« Ora dalla mia relazione

$$MKTE = RV$$

si deduce

$$MKE = R\frac{\partial V}{\partial T} + V\frac{\partial R}{\partial T},$$

e quindi:

$$\frac{2MKE}{\frac{\partial V}{\partial T}} = 2\frac{\frac{\partial R}{\partial T}}{\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial T}} + 2R.$$

« Onde sostituendo nella (a):

$$\frac{1}{2}v = 2\frac{\frac{\partial R}{\partial T}}{\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial T}} + 2R;$$

da cui ponendo:

$$\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial T} = \alpha$$

ossia indicando con α il coefficiente di dilatazione cubica, si ha:

$$\alpha v = 4\frac{\partial R}{\partial T} + 4R\alpha$$

donde si ottiene:

$$\frac{\partial R}{\partial T} = \frac{1}{4}\left(v - 4R\right)\alpha \qquad (b)$$

« D'altra parte dalla medesima mia relazione si ha direttamente:

$$\frac{MKE}{RV} = \frac{1}{T} = \frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial T} + \frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial T}$$

e perciò:

$$\frac{\partial R}{\partial T} = R\left(\frac{1}{T} - \alpha\right)$$

« Quindi da questa e dalla (b), si ricava:

$$\alpha = 4\frac{R}{v}\frac{1}{T},$$

ovvero ancora indicando con λ il coefficiente di dilatazione lineare:

$$\lambda = \frac{4}{3}\cdot\frac{R}{v}\cdot\frac{1}{T}.$$

« Siccome $\frac{R}{v}$ rappresenta il massimo allungamento che può subire alla temperatura T, per trazione, un prisma dell'unità di lunghezza e dell'unità di sezione, così possiamo dire che:

« I l c o e f f i c i e n t e d i d i l a t a z i o n e l i n e a r e d e i m e t a l l i c r u d i è u g u a l e a $^4/_3$ d e l p r o d o t t o d e l m a s s i m o a l l u n g a m e n t o c h e possono subire per trazione, prismi dell'unità di lunghezza e di sezione, per l'inversa della temperatura assoluta.

« La seguente tabella contiene i valori desunti dalla (c) per i coefficienti di dilatazione lineare alla temperatura assoluta $T = 291$, corrispondente ai 18° C. delle esperienze su R ed v di Vertheim; ed i coefficienti di dilatazione lineare alla stessa temperatura calcolati mediante i coefficienti di t e di t^2 forniti da Fizeau:

	R	v	λ dalla formula	λ dall'esperienza
Oro	28,40	8131	160×10^{-7}	142×10^{-7}
Argento	29,60	7274	186 „	187 „
Rame	41,00	12449	151 „	161 „
Platino	35,00	17044	94 „	88 „
Palladio	27,20	11759	114 „	114 „

« Se si ha riguardo alla circostanza che R e v, ed i coefficienti di dilatazione sperimentali non sono stati determinati sui medesimi campioni, l'accordo fra l'esperienza e le teoria è molto soddisfacente, e quindi possiamo ritenere la nostra (c) come confermata ».

Fisica. — *Sul potere induttore specifico dei corpi e sulle costanti della rifrazione della luce.* Nota di Stefano Pagliani, presentata dal Socio Cannizzaro.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Descrizione di alcuni nuovi metodi molto sensibili per la misura delle pressioni.* Nota di G. Guglielmo, presentata dal Socio Blaserna.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.