A PROPOSITO DI UNO STUDIO RECENTE SUL CALORE SPECIFICO DEI GAS.

Nota del Prof. S. LUSSANA.

In un recente lavoro i Sigg. Prof. L. Holborn e Prof. L. Austin ¹⁾ descrivono alcune ricerche eseguite sul calore specifico dei gas e ne danno i risultati. Essi trovano per il calore specifico a pressione costante dei diversi gas studiati a varie temperature i valori seguenti :

	N	O con 9,5 % di N	O	Aria
fra 20° e 440°	0,2419	0,2255	0,2240	0,2366
» 20° » 630°	0,2464	0,2314	0,2300	0,2429
» 20° » 800°	0,2497			0,2430

Discutendo questi risultati gli autori osservano che le differenze fra i valori di c_p per i diversi intervalli di temperatura salgono al 3 %, mentre la esattezza raggiunta è di circa ± 1 % e concludono: « Man kann deshalb aus den vorliegenden Versuchen noch nicht mit Bestimmtheit schliessen dass die spezifische Wärme der einfachen gase mit wachsender Temperatur zunimmt ».

Questa conclusione non mi sembra corrispondere al vero dal momento che i quattro gas studiati da questi autori mostrano *senza alcuna eccezione* un aumento, per quanto piccolo, nel calore specifico a pressione costante con l'aumentare della temperatura: aumento che data la grandezza degli errori probabili ammessa dagli autori deve ritenersi indubbio.

In diversi lavori pubblicati già da qualche anno ²⁾ io ho studiato il calore specifico di alcuni gas a pressione costante

1) Ueber die spezifische Wärme der Gas in höherer Temperatur (Sitz. Kön. Preuss. Ark. der Wiss. V^o. 175, 1905).

2) Nuovo Cim. (3) 36, pag 5, 70 e 130, 1894; (4) 1, 327, 1895; (4) 3, 92, 1896; (4) 6, 81, 1897; (4) 7, 365, 1898; Atti Ist. Ven. (7) VIII, 1896-97.

sotto pressioni diverse; per l'aria e l'anidride carbonica anche a temperature diverse. In uno di questi ¹⁾ mi occupai in ispecial modo dell'aria e giunsi a conclusioni che ora vedo pienamente confermate dalle ricerche dei Sigg. Holborn ed Austin. In esso do relazione di quattro serie di ricerche; nella prima, insieme ad altre contenute in un lavoro precedente, il calore specifico dell'aria a pressione costante è determinato fra le temperature di 25° ed 80° circa e le pressioni di 6 atm. e 103 atm.; nella seconda fra le temp. di 40° e 120° circa e le pressioni di 31 atm. e 96 atm.; nella terza fra le temp. di 35° e 160° circa e le pressioni di 7 atm. e 105 atm.; nella quarta finalmente fra le temp. di 25° e 200° circa e le pressioni di 29 atm. e 93 atm.

Dai risultati delle esperienze riportate in questo lavoro ne viene che il calore specifico dell'aria a pressione costante aumenta coll'aumentare della temperatura in modo appena sensibile a basse pressioni ma abbastanza fortemente a pressioni più elevate. Ciò lo si vede facilmente se si osservano le due equazioni che rappresentano i risultati della I e della III delle predette serie che sono rispettivamente:

$$c_p = 0,23702 + 0,0015504 (p - 1) - 0,0000019591 (p - 1)^2$$

$$c_p = 0,23854 + 0,0016544 (p - 1) - 0,00000058808 (p - 1)^2.$$

Il coefficiente del termine di primo grado è maggiore nella seconda che nella prima equazione e quindi il valore di c_p cresce tanto più rapidamente con l'aumentare della pressione quanto più elevata è la temperatura a cui si riferisce. Qui dove la differenza di temperatura fra le due serie è piccola i valori di c_p per $p = 1$, ottenuti per estrapolazione, sono sensibilmente eguali, mentre che nelle ricerche dei Sigg. Holborn ed Austin che si riferiscono a differenze molto più forti nelle temperature, questi valori differiscono fra loro in modo abbastanza sensibile. Questi risultati si completano a vicenda e rendono sempre più sicura la conclusione a cui io era giunto che: « Il calore specifico medio dell'aria a pressione costante e riferito all'unità di peso cresce col crescere della temperatura ».

1) Sul calore specifico dei gas (Nuovo Cim. (4) 1, 327, 1895.

Egli è bensì vero che questa conclusione è contraria a quanto fino ad ora si era comunemente ammesso in base specialmente alle ricerche del Regnault, del Wiedemann, del Witkowski; ma è a notarsi che queste ricerche furono sempre eseguite sotto la pressione atmosferica ed entro limiti ristretti di temperatura, cosicchè trattandosi di variazioni piccole le eventuali differenze rientravano negli inevitabili errori d'osservazione. Riuscì possibile constatare queste variazioni solo aumentandole con l'operare a pressioni abbastanza elevate oppure entro un largo intervallo di temperatura. Se del resto si esaminano i valori di c_p calcolati dal Witkowski a varie pressioni, si vede che anche questo fisico ammette implicitamente la variazione del valore di c_p con la temperatura dal momento che per la variazione di c_p con la pressione dà coefficienti diversi a seconda della temperatura. È bensì vero che secondo il Witkowski il valore di c_p diminuisce con l'aumentare della temperatura, mentre secondo le mie ricerche e quelle dei Sigg. Holborn ed Austin aumenta; ma questa differenza si spiega facilmente, come già ebbi ad osservare altra volta ¹⁾, per il fatto che le ricerche del Witkowski furono eseguite a temperature molto basse, mentre le nostre a temperature elevate; sicchè, così come avviene per l'anidride carbonica, anche per l'aria il valore di c_p cresce con la temperatura se è abbastanza distante dalla temperatura di liquefazione, mentre diminuisce se vi si avvicina.

Nè si deve dimenticare a questo proposito che non si può più ormai ammettere nemmeno l'altra legge dell'indipendenza del calore specifico dei gas a pressione costante dalla densità come per es. fa ancora il Travers ²⁾ senza affatto preoccuparsi non solo delle mie numerose ricerche, ma nemmeno di quelle del Witkowski ³⁾, dell'Amagat ⁴⁾, del Joly che pure cita ⁵⁾, del

1) Nuovo Cim. (4) 3, 114, 1896.

2) D.r Morris W. Travers. Experimentelle Untersuchungen von Gasen (trad. tedesca del D.r Tadeusz Estreicher 1905.

3) Bull. de l'Ac. des Scien. de Cracovie 1895.

4) C. R. 121, 863, 1895; 122, 66, 1896; Journ. d. Phys. (3), 5, 114, 1896.

5) Proc. Roy. Soc. 41, 352, 1886; Phil. Trans. 182 A. 73, 1892; 185, 943, 1894.

Linde ¹⁾, del Valentiner ²⁾). Tutti questi autori trovano, quale più quale meno, che il calore specifico dei gas a pressione costante cresce con l'aumentare della pressione; sicchè fa meraviglia vedere il Travers citare il lavoro del Joly senza riferirne i risultati, dando in certo modo a divedere che non vi dà importanza unicamente perchè, come già aveva osservato il Wüllner nel suo trattato, sono contrari a quelli del Regnault.

In base pertanto a tutte le ricerche più recenti eseguite in proposito, si può ritenere senz'altro come dimostrato che le leggi che si riferiscono al modo di comportarsi di c_p si riassumono come io le ho per il primo formulate, nel modo seguente :

c_p per tutti i gas cresce con la pressione fino ad un certo limite per poi diminuire : il massimo corrisponde ad una pressione tanto più bassa quanto più il gas si scosta dalla legge Boyle-Mariotte.

c_p aumenta con la temperatura o diminuisce a seconda che il gas è più lontano o più vicino alla temperatura di liquefazione. La variazione di c_p con la temperatura è tanto maggiore quanto più elevata è la pressione.

Istituto Fisico della R. Università di Siena.
Ottobre 1905.

1) Wied. Ann. 57, 328, 1896; Sitz. d. mat. phys. Cl. d. k. bayer. Ak. d. Wiss. XXVII. 485, 1897.

2) Drud. Ann. (4) 15, 74, 1904.