**SUL CALORE SPECIFICO E SUL CALORE LATENTE DI FUSIONE
DEL POTASSIO E DEL SODIO,
di ARCIERO BERNINI.**

1. Fino dal 1849 ¹⁾ il Regnault, per cercare la ragione del fatto che i calori specifici degli ossidi alcalini (che allora si esprimevano colle formule KaO , NaO e LiO) facevano eccezione alla legge dei composti da lui enunciata, intraprese lo studio sul calore specifico del potassio, e poscia del sodio ²⁾ e del litio ³⁾, giungendo alla importante conclusione che i pesi atomici di questi metalli dovevano avere un valore metà di quello che loro si attribuiva, e quindi gli ossidi si dovevano rappresentare colle formule K_2O , Na_2O e Li_2O .

I valori da lui trovati pel calore specifico del potassio e del sodio col metodo delle mescolanze a temperature inferiori allo zero vennero più tardi collo stesso metodo confermati da Schüz ⁴⁾.

Scopo del mio lavoro è stato quello di determinare per questi metalli la variazione del calore specifico col variare della temperatura al di sopra dello zero, e calcolare, coi valori

1) Ann. de Chem. et de Phys., t. 26, s. 3., 1849.

2) Ann. de Chem. et de Phys., t. 46, s. 3., 1856.

3) Journal de Phys. s. 3., t. 63, 1861.

4) Ann. der Phys. und Chem. N. F., Bd. 46, 1892.

così ottenuti per lo stato solido e per lo stato liquido, il loro calore latente di fusione; ciò che, per quanto mi consta, ancora non è stato da alcuno tentato.

Quanto al litio non potei finora eseguire le esperienze che per lo stato solido, e mi riservo perciò di esporre i risultati in altra Nota. Dirò solo di avere constatato, come già il Prof. Kleiner ¹⁾, che il calore specifico di questo metallo cresce molto rapidamente colla temperatura più che non divenga pel sodio e pel potassio, e che oltre i 100 gradi supera quello dell'acqua.

2. Per le mie esperienze feci uso di un calorimetro Bunsen, il cui tubo capillare calibrato aveva tale sezione che per ogni caloria la estremità della colonna del mercurio subiva uno spostamento di 2,756 cm. Alle temperature elevate però, non essendo questo tubo sufficientemente lungo, ne usai uno a sezione maggiore, e tale che lo spostamento della colonna del mercurio per ogni caloria era di cm. 0,6111 ²⁾.

Allo scopo di proteggere i metalli dall'azione dell'aria il Regnault non usava nessuna precauzione quanto al potassio, sul quale, come egli afferma, faceva una determinazione soltanto approssimata; ed avvolgeva di una sottile foglia di stagnola il sodio sotto forma di cilindretto allungato prima di sommergerlo nell'acido carbonico solido. Lo Schüz invece metteva i metalli, probabilmente dopo che la loro superficie era stata in qualche modo liberata dall'ossido, in una provetta contenente anidride carbonica, ricavata dalla neve di acido carbonico solido sotto cui li raffreddava; poscia li immergeva in un calorimetro a petrolio.

Un po' più opportunamente a mio parere, tanto più che anche sotto il petrolio per le probabili impurità di questo può

1) Arch. sc. phys. et nat. (4), 16, 1903; 86 sess. Soc. Helv. d. sc. nat., Locarno 1903.

2) Credo degno di nota l'espédiente per quanto semplice a cui sono ricorso per evitare l'inconveniente che si presenta sempre nell'uso di un calorimetro a ghiaccio Bunsen, e cioè l'instabilità della colonna del mercurio in seguito alla lenta e continua solidificazione dell'acqua. Si consiglia togliere questa causa d'errore coll'osservare lo spostamento per ogni unità di tempo, e col fare indi la correzione in base alla durata dell'esperienza, ma non sempre lo spostamento è uniforme. Io ho ottenuta una stabilità soddisfacente coll'immergere il calorimetro in un recipiente pieno d'acqua, il quale era alla sua volta circondato tutto all'intorno di ghiaccio.

avvenire ugualmente specie pel potassio, un po' di ossidazione, e col vantaggio di poter fare più determinazioni sopra una stessa quantità dei metalli, io li fondevo sotto l'olio di vasellina, indi per aspirazione ne riempivo delle ampolline di vetro a parete sottilissime e di varia capacità e lunghezza, che ottenevo da sottili tubi di vetro di Turingia, e per le quali facevo passare per un po' di tempo una corrente di idrogeno, adottando così un metodo analogo a quello impiegato pel riempimento dei tubi nel mio studio sulla magnetizzazione ¹⁾).

Come apparecchio riscaldante feci uso di una stufetta di vetro della forma che appare dalla figura. Il vapore del liquido che si mette in ebollizione in A riveste due volte la provetta

B, la quale contiene il bulbo d' un termometro ed il metallo in esame; sale quindi in un apparecchio refrigerante attraverso un tubo di gomma congiunto alla stufa pel ramo C, e ridiscende condensato in A, passando pel tubo D. Questa stufa, girevole attorno al sostegno E che la reggeva, veniva posta in tale posizione, che era possibile con una conveniente rotazione far cadere nel calorimetro l' ampollina contenente il metallo alcalino.

I liquidi usati per ottenere le diverse temperature oltre quelle ambiente furono l' acetone, l' acqua e l' essenza di trementina, colla quale ottenevo la temperatura di 157 gradi.

1) N. Cimento, Giugno 1904; Physikalisch. Zeit. J. 6, n. 4, 1904.

3. Poichè i miei metalli erano racchiusi in ampolline di vetro, mi era necessario conoscere il calore specifico di questo, fra gli stessi intervalli di temperatura entro i quali avrei in seguito sperimentato coi metalli. Volli però da prima assicurarmi della esattezza del mio calorimetro con esperienze preliminari su d'un corpo di noto calore specifico. Sperimentai perciò sull'alluminio: ed avendo ottenuto dalla media di alcune determinazioni fra 16,5 e 0 gradi il valore 0,2166, abbastanza concordante con quelli dati dagl' altri sperimentatori ¹⁾, cominciai le esperienze sopra due pezzi di vetro di peso differente, ed entrambi parte di quello stesso tubo col quale costruì le ampolline.

Espongo nelle Tabelle I e II le medie dei valori con essi ottenuti pel calore specifico c .

TABELLA I

gr. 2,9865		
t		c
0	18,2	0,1702
18,2	56,5	0,1893
56,5	78	0,191
78	100	0,2221
100	157	0,2478

TABELLA II.

gr. 3,420		
t		c
0	19,6	0,171
19,6	56,5	0,1889
56,5	78	0,192
78	100	0,2212
100	157	0,245

Ma fu coi valori della Tabella III, ricavati facendo le medie di quelli delle Tabelle I e II, che calcolai le calorie perdute dal vetro delle ampolle nelle successive misure.

TABELLA III.

t		c
0	18,9	0,1706
18,9	56,5	0,1891
56,5	78	0,1915
78	100	0,22185
100	157	0,2464

1) Regnault fra 15° e 97° $c = 0,21224$; Lorenz a 50° $c = 0,2088$; Naccari a 20° $c = 0,2135$; Richard a 20° $c = 0,224$.

4. La quantità di metallo alcalino adoperata nelle esperienze definitive fu relativamente grande per la temperatura ambiente; ma per le più elevate temperature, nonostante usassi nel calorimetro d'un tubo calibrato di maggiore sezione, dovetti ridurre le dimensioni delle ampolle, affinché la colonna di mercurio non abbandonasse il tubo. Per quanto poi le ampolline fossero a pareti sottilissime, la massa del vetro non fu mai inferiore ad un terzo della massa totale quando erano piene, sicchè la correzione da apportare non era lieve; ma i risultati non potevano venire punto pregiudicati in grazia delle precedenti esperienze sul vetro.

Nelle seguenti tabelle espongo le medie dei risultati ottenuti su alcune ampolle di potassio e di sodio:

Potassio.

TABELLA IV

Vetro gr. 0,908; Ka gr. 17725		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	20,2	0,1882

TABELLA V.

Vetro gr. 0,588; Ka gr. 0,865		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	19,1	0,1875
191	56,5	0,1901
78	100	0,219
100	157	0,229

TABELLA VI.

Vetro gr. 0,465; Ka gr. 0,662		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	20	0,1857
20	56,5	0,1923
78	100	0,2167
100	157	0,224

TABELLA VII.

Vetro gr. 0,350; Ka gr. 0,542		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	22	0,190
22	56,5	0,1940
78	100	0,2178
100	157	0,2236

Sodio.

TABELLA VIII.

Vetro gr. 1,23; Na gr. 2,9545		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	16,9	0,2954

TABELLA IX.

Vetro gr. 0,550; Na gr. 0,720		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	20,1	0,290
20,1	56,5	0,3054
56,5	78	0,3174
100	157	0,3301

TABELLA X.

Vetro gr. 0,644; Na gr. 0,8695		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	19,5	0,3011
19,5	56,5	0,3092
56,5	78	0,321
100	157	0,3352

TABELLA XI.

Vetro gr. 0,361; Na gr. 0,780		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	21,5	0,299
21,5	56,5	0,306
56,5	78	0,3181
100	157	0,3429

Dalla media dei valori esposti in queste tabelle e di altri che ho risparmiato per brevità ricavo le due seguenti XII e XIII, di cui l'una riguarda il potassio l'altra il sodio:

TABELLA XII.

Potassio		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	22,3	0,1876
22,3	56,5	0,19215
78	100	0,2170
100	157	0,2245

TABELLA XIII.

Sodio		
<i>t</i>		<i>c</i>
0	20	0,2970
20	56,5	0,30705
56,5	78	0,3191
100	157	0,333

5. Riporto qui pure per confronto i valori ottenuti da Regnault e da Schüz:

TABELLA XIV.

	POTASSIO		SODIO	
	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>t</i>	<i>c</i>
Regnault	— 78 0	0,16551	— 28 6	0,2934
Schüz	— 78,5 23,3	0,1662	— 79,5 17	0,2820

Dal confronto di questi risultati coi miei, mentre appare la relativa concordanza quanto al sodio, si nota una differenza piuttosto sentita quanto al potassio, non completamente giustificabile dai differenti intervalli di temperatura.

Faccio però notare che la temperatura di fusione del potassio usato dal Regnault era di 55,43 gradi, anzichè di 62 circa come fu trovato in seguito da altri sperimentatori, ed anche da me indirettamente per mezzo della conducibilità elettrica ¹⁾. La qual cosa starebbe pertanto a dimostrare la grande impurità del metallo, accusata anche dal rammollimento che il Regnault disse di avere osservato, non appena lo riscaldava oltre la temperatura ambiente.

6. Quanto al calore di fusione l' ho determinato in questo modo. Ammesso che la variazione del calore specifico al variare della temperatura si possa almeno per piccoli intervalli ritenere uniforme, con che non si può commettere un grave errore nel caso mio, in cui si tratta appunto di intervalli assai limitati, ho calcolato dalle tabelle XII e XIII quale variazione dei calori specifici si sarebbe avuta negli intervalli compresi fra le temperature in cui io ho sperimentato più prossime a quella di fusione e quella stessa di fusione dei miei metalli; ad eccezione dell' intervallo compreso fra i 100° e la temperatura di fusione del sodio (97,63), pel quale intervallo, data la sua piccolezza, ho posto che il calore specifico sia lo stesso che fra 100° e 157°, cioè 0,333.

1) N. Cimento, Novembre 1903; Phis. Zeits, J. 5, n. 14, 1904.

Ho ricavato così i valori delle seguenti tabelle :

TABELLA XV.

POTASSIO	
<i>t</i>	<i>c</i>
56,5 62,04	0,198
62,04 78	0,2137

TABELLA XVI.

SODIO	
<i>t</i>	<i>c</i>
78 97,63	0,329
97,63 100	0,333

Calcolando poi in base a questi valori ed a quelli delle Tabelle XII e XIII quante calorie un grammo di ciascun metallo perde nel passare da ciascuna delle temperature a cui si è sperimentato e dalle temperature di fusione allo zero, si ottengono i valori delle Tab. XVII e XVIII, colle quali si potrebbero costruire due curve rappresentanti graficamente il fenomeno, e da queste ricavare molto approssimativamente, i calori specifici fra qualunque intervallo di temperatura compreso fra 0° e 157°. — Quanto al calore latente di fusione questo si ricava evidentemente per ciascun metallo dalle differenze dei numeri di calorie che si trovano a lato delle temperature di fusione.

TABELLA XVII.

POTASSIO	
<i>t</i>	Calorie
22,3	3,81
56,5	10,75
62,04	{ 11,84
	{ 25,45
78	28,87
100	33,65
157	46,45

TABELLA XVIII.

SODIO	
<i>t</i>	Calorie
20	5,94
56,5	17,14
78	24
97,63	{ 30,97
	{ 48,72
100	49,6
157	68,6

7. Da quanto abbiamo esposto si può concludere :

I. Che il calore specifico del vetro di Turingia cresce in modo rapidissimo al crescere della temperatura, e fra gli

intervalli nei quali ho sperimentato si può dire proporzionalmente con questa.

II. Che relativamente ai due metalli alcalini il loro calore specifico cresce pure rapidamente colla temperatura e più pel sodio che pel potassio, in conforto di quanto si era indotti ad ammettere da esperienze fatte su un gran numero di metalli ¹⁾, e cioè che tale variazione sia maggiore per quei corpi che hanno peso atomico minore.

III. Che il calore latente di fusione è

pel potassio	calorie 13,61
pel sodio	» 17,75.

Ringrazio il Chiar.mo Prof. A. Righi pei mezzi concessimi onde eseguire nel suo laboratorio questo lavoro.

Dall'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna
Luglio 1905.

SULL' ELETTRIZZAZIONE PRODOTTA DAI RAGGI DEL RADIO.

Nota di AUGUSTO RIGHI.

È noto che i corpi, su cui cadono le radiazioni del radio emettono nuovi raggi, detti *raggi secondari*, i quali, per quanto se ne sa, sono almeno in massima parte della stessa natura dei raggi catodici e dei raggi β , ossia consistono nell'emissione di elettroni negativi.

Se, come avviene nella maggior parte dei casi, i raggi α del radio non arrivano sino al corpo, perchè assorbiti nel loro tragitto dall'aria o da sottili lamine solide, l'effetto è dovuto ai raggi β e γ ; e siccome l'effetto prodotto da questi ultimi è relativamente assai piccolo, così può dirsi che quei raggi secondari sono principalmente generati dai raggi β , ossia dagli elettroni negativi emessi dal radio.

I corpi colpiti da quei raggi sono dunque esposti a due cause di elettrizzazione antagoniste, giacchè essi tendono a

1) U. Behn., Ann. der Phys. und Chem., vol. 66, 1898.