CALORE SVOLTO NEL BAGNARE LE POLVERI.

Nota del Dott. GUIDO ERCOLINI.

Il Prof. Ròiti mi diede l'incarico di ripetere le esperienze calorimetriche eseguite dal Prof. Tito Martini su questo argomento ¹⁾; perchè, mentre egli trovava naturale che il calore svolto dall'umettazione di una polvere andasse aumentando fino ad un massimo insieme colla quantità di liquido adoperato, gli pareva strano che, con un ulteriore aumento del liquido, dovesse scendere sotto a quel massimo, anzi che rimanere costante.

Accettai l'incarico tanto più volentieri in quanto che anch'io, poco avanti la prima pubblicazione del Prof. Martini, aveva intrapreso alcune ricerche sullo stesso argomento.

Per maggiore intelligenza di quanto verrò esponendo ricordo che il calorimetro usato dal Prof. Martini era composto di due cilindri aventi l'asse comune, saldati insieme alla base, ed il fondo, spettante al tubo interno, destinato a contenere la polvere, era forato; in modo che, versando il liquido dall'alto, l'aria poteva liberamente uscire attraversando un disco di flanella adagiato su questo fondo, per impedire la caduta della polvere.

E ricordo pure che Egli nella sua tabella XVI riferisce i risultati di quattro esperienze: due fatte con acqua e silice e due con carbone e acqua, nelle quali la quantità di liquido era stata presa ad arbitrio, una volta per eccesso ed una per difetto sulla quantità strettamente necessaria all'umettazione. Mentre con questa quantità si svolgono 13,72 ²⁾ piccole calorie per grammo di silice, e 14,50 ³⁾ per grammo di carbone, egli

1) Atti del R. Istit. Veneto. Due pubblicazioni, T. 8, S. 7, 1896-97 e T. 9, S. 7, 1897-98. — Nuovo Cimento, S. 4, T. 6, 1897, pag. 58 e T. 7, 1898, p. 396.

2) Veramente la media scritta nella tabella XIV della seconda pubblicazione è 13,73; ma se si tien conto che la quarta esperienza dà 13,40 invece di 13,48 come trovasi scritto, essa media diviene appunto 13,72.

3) Anche qui veramente delle esperienze riportate nella tabella XV, se si scarta la seconda che dà 12,995 invece di 14,25 come vi è scritto, ne restano quattro la cui media è 14,50 e non 14,45 come risulta dalla tabella.

trova ora che 40 gr. di silice con 76 cm³ di acqua danno 12,95 piccole calorie per grammo, invece 50 gr. con 60 cm³ di acqua ne danno 11,99; e 40 gr. di carbone con 70 di acqua danno per lo stesso numero 11,47, mentre con 40 gr. ne danno 12,49.

Nelle mie esperienze ho modificato alquanto il calorimetro perchè, dovendo usare per lo più del liquido in eccesso, questo sarebbe uscito dal recipiente prima che la temperatura fosse diventata uniforme. Feci dunque costruire due recipienti cilindrici d'ottone e disposi entro il maggiore il cilindro minore, posandolo su tre pezzi di vetro. Quest'ultimo porta nel suo interno una reticella d'ottone a forma di calotta, che ha tre gambine di ottone sulle quali si appoggia restando a circa 15 mm. dal fondo, e che nel centro ha un tubetto d'ottone verticale il quale arriva vicino all'orlo del recipiente.

Un disco di flanella, forato nel mezzo, s'infila nel tubetto e viene ad adagiarsi sulla reticella. Così è impedita la caduta della polvere, e nello spazio sottostante va prima l'aria espulsa dalla polvere, e poi l'eccesso di liquido.

Con tale disposizione tutto rimane nel calorimetro e le misure presentano ogni garanzia desiderabile.

Il calorimetro viene sospeso a tre fili e circondato da un recipiente di vetro. Nello spazio anulare fra i due cilindri metallici, destinato a contenere l'acqua distillata, si trova un termometro prontissimo diviso in decimi ed un agitatore, che è mosso a due metri di distanza, mentre vien fatta la lettura con un cannocchiale che permette di valutare, con sicurezza, il decimo di divisione.

Avanti di procedere alle esperienze ho determinato l'equivalente in acqua del calorimetro con termometro, agitatore, reticella d'ottone e disco di flanella, versando in esso, con tutte le cautele volute, dell'acqua riscaldata ad una temperatura nota. L'equilibrio di temperatura raggiungendosi in meno di tre minuti, non ho creduto necessaria alcuna correzione.

Nella seguente tabella, in cui con α indico il numero totale di grammi di acqua che si trovano nel calorimetro alla temperatura iniziale t , con α' i grammi di acqua versata alla temperatura T e con θ la temperatura finale raggiunta, riporto i dati delle esperienze e i risultati ottenuti per l'equivalente e in acqua del calorimetro :

a	t	a'	T	θ	e
300	15,25	100	23,11	17,10	23,12
310	16,21	135	22,59	18,05	23,09
290	15,70	80,65	22,61	17,32	23,14
310	14,00	122,70	22,21	16,21	23,12
299,93	14,10	50	30,14	16,25	23,09

Media 23,11

Prima di introdurre la polvere nel calorimetro la facevo essiccare a oltre 200° C. in una stufa ad aria, lasciandola fin che fosse fredda. E sempre mi attenni strettamente a tutte le cautele indicate con molta diligenza dal Prof. Martini.

Cominciai a sperimentare sulla silice purissima fornitami dal signor Damiani di Venezia, e tolta dallo stesso vaso dal quale fu presa quella che egli consegnò al Prof. Martini.

Nella prima serie di esperienze adoprai sempre una quantità A di acqua costante ed uguale a gr. 380: da essa toglievo volta per volta quella che volevo far servire alla umettazione, e la rimanente versavo nello spazio anulare del calorimetro. In tal modo, bagnando la polvere con quantità a di liquido sempre crescenti, si osservano al termometro incrementi di temperatura, $\theta = T - t$, pure crescenti fino ad un massimo, come apparisce dalla seguente tabella:

Silice gr. 50.

a	t	T	θ
40 gr.	14,70	15,36	0,66
50	16,85	17,60	0,75
60	16,00	16,95	0,95
70	16,70	18,10	1,40
80	15,90	17,50	1,60
90	16,92	18,52	1,60

Con 50 gr. di silice non potei versare su di essa maggiore quantità di acqua, altrimenti il livello del liquido nel cilindro veniva a sorpassare quello dello spazio anulare.

Quindi feci delle altre esperienze adoprando 40, 30, 20 grammi di silice e versandovi sopra delle quantità a di liquido che erano in eccesso; mentre la quantità totale era sempre $A = 380$ gr.

<i>Silice: gr. 40</i>					<i>Silice: gr. 30</i>					<i>Silice: gr. 20</i>				
<i>a</i>	<i>t</i>	<i>T</i>	θ		<i>a</i>	<i>t</i>	<i>T</i>	θ		<i>a</i>	<i>t</i>	<i>T</i>	θ	
gr. 70	16,00	17,3	1,30		gr. 50	17,00	17,95	0,95		gr. 40	16,75	17,39	0,64	
80	17,32	18,62	1,30		60	17,41	18,36	0,95		50	17,20	17,86	0,66	
90	16,62	17,93	1,31		70	18,05	19,01	0,96		60	17,45	18,09	0,64	
100	18,01	19,30	1,29		80	15,85	16,81	0,96		70	17,90	18,55	0,65	
110	17,04	18,34	1,30		90	16,32	17,28	0,96		80	18,10	18,75	0,65	
120	17,55	18,86	1,31		100	16,89	17,85	0,96		90	17,02	17,65	0,63	
			Media 1,3		110	17,40	18,37	0,97		100	17,32	17,98	0,66	
					120	17,66	18,61	0,95		110	17,70	18,36	0,66	
					130	18,01	18,98	0,97		120	17,95	18,61	0,66	
					140	17,60	18,56	0,96		130	17,00	17,65	0,65	
								Media 0,96		140	17,27	17,93	0,66	
										150	17,41	18,06	6,65	
													Media 0,65	

Si vede subito che l'incremento di temperatura, θ , non diminuisce, ma rimane costante per ciascuna quantità di polvere.

Da queste esperienze desunsi le piccole calorie K svolte da un grammo di polvere, e il calore specifico c di essa, nel seguente modo. Posto:

$$M = A + e = 380 + 23,11 = 403,11$$

e

$$q = \frac{p}{\theta}$$

essendo p la massa della polvere, sarà

$$M + pc - qK = 0.$$

Combinando due a due le quattro equazioni che si ottengono sostituendo a p i diversi valori della esperienza, si ha in media:

$$\frac{c}{K} = 0,016.$$

Introducendo questo valore nelle stesse quattro equazioni, si ha in media:

$$K = 13,24.$$

E in modo simile:

$$c = 0,211^1).$$

Volli fare anche un'altra serie di esperienze chiudendo il cilindro interno del calorimetro, contenente reticella e disco di lana, e versando con precauzione la polvere nello spazio anulare ove si trova tutta l'acqua; ottenni i risultati che qui riporto:

1) Pel calore specifico del quarzo si hanno i seguenti valori (vedi Landolt, Tabellen):

	0,186	(Kopp)
	0,19135	(Regnault)
	0,190	(Bartoli)
(limpido)	0,1881	(Joly)
(opalino)	0,2375	(id.)

e quello da me trovato, cioè 0,211, si scosta, almeno del 10 %₁₀, da essi, eccetto che dall'ultimo.

Un tale risultato non poteva esimermi dal ricercarne le ragioni.

Esaminata chimicamente la polvere dal Prof. A. Piccini, fu trovata silice quasi perfettamente pura. Osservata al microscopio polarizzante si mostrò composta di granelli in massima parte opachi o quasi. Questa circostanza può giustificare il mio risultato.

Acqua gr.	Silice gr.	t	T	θ	K
300	50	16,05	18,05	2,00	13,34
300	40	15,25	16,85	1,60	13,26
302	30	16,43	17,63	1,20	13,26
275	30	15,75	17,04	1,29	13,10
235	30	17,00	18,50	1,50	13,22
206	30	14,95	16,63	1,68	13,18
					Media 13,23

I valori dell'ultima colonna sono ottenuti prendendo per calore specifico della polvere il valore 0,21 precedentemente ottenuto.

Quest'ultime esperienze sono una conferma delle prime.

Non credei d'insistere altrettanto sulle esperienze col carbone che, al pari di quello del Prof. Martini, era dato come purissimo dalla casa Schuchardt di Görlitz.

Con esso feci la serie di esperienze che riporto nella seguente tabella, nella quale i numeri dell'ultima colonna sono trovati prendendo per calore specifico del carbone animale purissimo il valore 0,26.

Carbone gr.	Acqua gr.	t	T	θ	K
23	70	14,20	15,00	0,8	14,22
23	90	16,25	17,04	0,79	14,05
18	70	15,28	15,90	0,62	14,05
18	100	16,05	16,68	0,63	14,27
12	60	14,55	14,97	0,42	14,22
12	90	15,00	15,42	0,42	14,22
12	120	15,95	16,38	0,43	13,55
					Media 14,23

Da tutte le esperienze precedenti chiaramente apparisce che la diminuzione asserita dal Prof. Martini non è reale; non si può neppure assegnare la causa d'errore che deve avere influito sulle esperienze da lui registrate nella tabella XVI, poichè non vi sono riferiti i dati necessari.

Prima di chiudere mi sia permessa una osservazione.

È evidente che l'effetto termico della umettazione deve dipendere dalla superficie che il solido presenta al liquido: e siccome una stessa massa presenta una superficie tanto mag-

giore quanto più fine è la polvere in cui si trova suddivisa, così, per rendere confrontabili gli effetti termici dell'umettazione di sostanze diverse, bisognerebbe prima assicurarsi che la grandezza media dei granellini fosse la stessa.

Non mi pare che il Prof. Martini tenga nel debito conto questa circostanza essenziale, e però, se le sue esperienze sono interessanti per gli effetti cospicui prima di lui mai conseguiti, non dovrebbero dare l'ultima parola sull'argomento.

Fin da quando mi accinsi a fare, comè ho già detto, le mie prime esperienze sull'umettazione delle polveri, mi preoccupai della questione, e, per ottenere, sotto la stessa massa, polveri che avessero il più possibile la stessa superficie, le facevo passare in modo opportuno per quattro staccetti gradatamente più fitti.

E giacchè sono a parlare di esperienze mie, ormai sospese, dirò che in esse adopravo un calorimetro della forma di quello di Bunsen, ma riempito di toluolo; conteneva nel suo vaso interno una piccola quantità di mercurio, nella quale immergevo l'estremità di una canna di vetro aperta ai due capi: nella canna versavo il liquido, e attorno ad essa mettevo la polvere da umettare.

Finchè la canna rimaneva immersa nel mercurio, liquido e polvere erano separati, e la tenevo così per un pezzo, affinchè si stabilisse l'equilibrio di temperatura. Bastava poi alzarla un poco, perchè l'acqua entrasse lentamente nella polvere; e siccome vi entrava dal basso, così l'aria, che in essa era annidata, poteva liberamente sprigionarsi. Come si vede il metodo offriva tutte le garanzie possibili.

Riassumendo, dirò che resta dimostrato quanto poteva prevedersi; cioè, bagnando una data massa di polvere con quantità di liquido via via crescenti, si svolge calore in quantità crescente fino ad un massimo; ma poi, bagnandola con liquido in eccesso, il calore svolto rimane costante.

L'avere poi tolto ogni dubbio intorno a questa previsione, mi pare che non sia privo d'interesse e che possa tornar utile in alcune ricerche nelle quali occorra, più volte di seguito, una stessa quantità determinata di calore.