

PASSAGGI DI STATO: la FUSIONE del GHIACCIO

Attività svolta con la classe 2[^]D nell'anno scolastico 2007-08

Scopo dell'esperienza

Le finalità dell'esperienza sono:

1. Verificare che il calore necessario a fondere una certa quantità di ghiaccio é *direttamente proporzionale* alla *massa* stessa del ghiaccio.
2. Misurare per via indiretta il *calore latente di fusione del ghiaccio*.

Apparecchiatura e materiale utilizzato

- Ghiaccio in cubetti;
- Acqua demi;
- Bilancia digitale;
- Fornello da campeggio;
- Calorimetro (*Paravia*);
- Becher da 600 ml;
- 2 Termometri analogici (*Phywe*).

Procedura e principio del metodo

- a) Si misura la massa m_{c1} del calorimetro, con coperchio, agitatore e termometro inseriti.
- b) Si scalda una massa di acqua m_A : più o meno 250-300 g (secondo la capacità del calorimetro) ad una temperatura di poco superiore a 40°C (comunque almeno 15°C più di quella ambiente).
- c) Si versa l'acqua nel calorimetro, si chiude il coperchio, si agita delicatamente e si legge il valore della temperatura dell'acqua calda T_i .
- d) Si aggiungono i cubetti di ghiaccio all'acqua calda, asciugandone ciascuno prima di immergerlo velocemente nel calorimetro (se il ghiaccio é surgelato). L'operazione deve essere eseguita lentamente, agitando la miscela con delicatezza.
- e) Si osserva la diminuzione della temperatura della miscela: quando tutto il ghiaccio é fuso, la temperatura si stabilizza al valore T_e .
- f) Si misura la massa m_{c2} del calorimetro contenente il ghiaccio fuso.
- g) Si misura indirettamente la massa del ghiaccio m_g .
- h) Si replica la misurazione, variando la massa dei cubetti di ghiaccio.

Nel processo sono in gioco le seguenti quantità di calore:

- Il calore di fusione del ghiaccio: $Q_F = m_g \cdot \lambda_F$.
- Il calore sensibile, assorbito dalla massa di ghiaccio fuso per passare da 0°C alla temperatura finale (di equilibrio) T_e : $Q_g = m_g \cdot c \cdot (T_e - 0)$, essendo c il calore specifico dell'acqua liquida, ipotizzato costante al variare della temperatura e pari a $1(\text{cal} / \text{g} \cdot ^\circ\text{C})$.
- Il calore sensibile ceduto dalla massa di acqua calda, che si raffredda dalla temperatura T_i a quella di equilibrio T_e : $Q_a = m_a \cdot c \cdot (T_i - T_e)$.

Assumendo che le perdite di energia siano nulle, in particolare non considerando l'equivalente in acqua del calorimetro, si ha che tutto il calore ceduto dall'acqua sia integralmente assorbito dal ghiaccio. In formula:

$$Q_F + Q_g = Q_a$$

Manipolando la relazione appena scritta, se ne può esplicitare l'espressione del calore latente di fusione λ_F .

Rilevazione dei dati

Grandezze misurate – Tabella 1

<i>Grandezza misurata</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Strumento utilizzato</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore misurato</i>
Massa del calorimetro "a secco"	m_{c1}	bilancia digitale	g	Vedi Tab. 3
Massa di acqua calda	m_a	bilancia digitale	g	Vedi Tab. 3
Temperatura dell'acqua calda	T_i	Termometro analogico	°C	Vedi Tab. 3
Temperatura di equilibrio	T_e	Termometro analogico	°C	Vedi Tab. 3
Massa finale del calorimetro	m_{c2}	bilancia digitale	g	Vedi Tab. 3
Massa del ghiaccio	m_g	misura indiretta	g	Vedi Tab. 4
Calore di fusione del ghiaccio	Q_F	misura indiretta	cal	Vedi Tab. 4
Calore latente di fusione	λ_F	misura indiretta	cal/g	Vedi Tab. 4

Caratteristiche degli strumenti utilizzati - Tabella 2

<i>Strumento (unità di misura)</i>	<i>sensibilità</i>	<i>portata</i>
Bilancia digitale	0,01	1000,00
Termometro analogico	0,2	50,0

Misure dirette - Tabella 3

Gruppo n.	m_{c1} (g)	m_a (g)	T_i (°C)	T_e (°C)	m_{c2} (g)
1	616,10	280,90	41,6	20,0	959,18
2	571,90	300,53	41,0	15,4	957,16
3	661,21	280,92	40,4	25,8	979,88
4	586,40	300,54	41,0	11,2	991,90
5	691,85	248,26	43,4	22,0	995,62
6	645,86	280,10	41,0	15,2	1002,54

Elaborazione dei dati

Formule utilizzate

$$m_g = m_{c2} - m_{c1} - m_a \quad \lambda_F = \frac{m_a \cdot c \cdot (T_i - T_e) - m_g \cdot c \cdot T_e}{m_g}$$

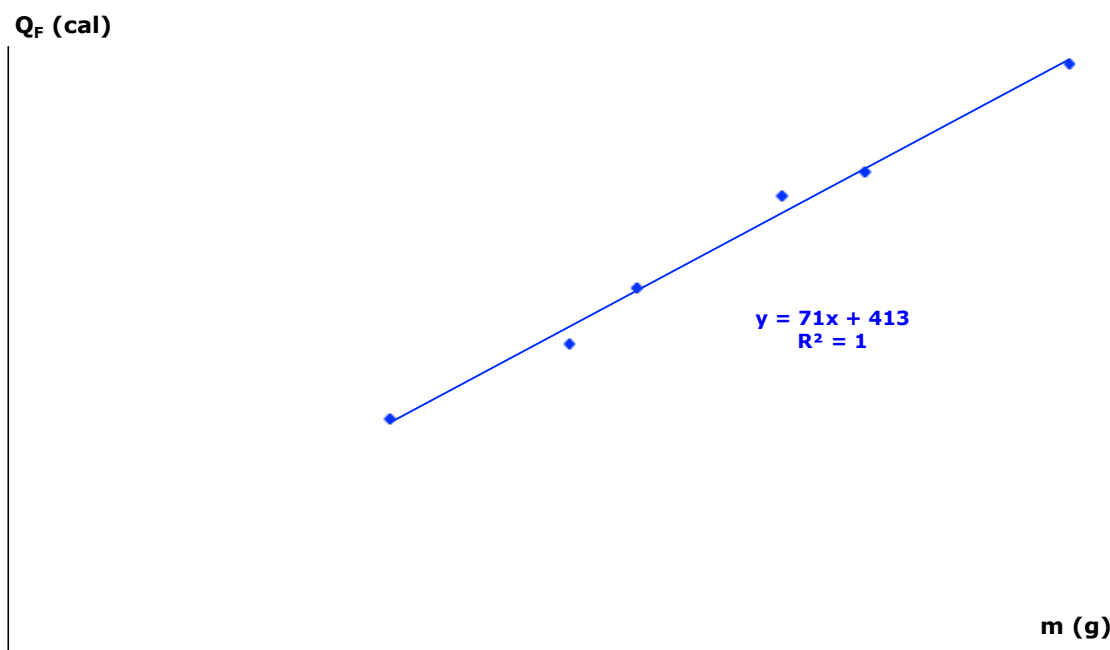
Misure indirette - Tabella 4

Gruppo n.	m_g (g)	Q_F (cal)	λ_F (cal/g)
1	62,18	4850	78
2	84,73	6355	75
3	37,75	3133	83
4	104,96	7767	74
5	55,51	4108	74
6	76,58	6050	79

Conclusioni

In base ai dati raccolti ed elaborati si ha che:

1. Il risultato della misura è $\lambda_F = 77 \pm 4$ (cal/g). La discrepanza del valore sperimentale vale $\Delta = |77 - 80| = 3$ (cal/g), pertanto la misura è corretta.
2. Per quanto riguarda la correlazione, la "nuvola" dei dati sperimentali e la retta di regressione sono mostrate nel seguente diagramma:



Il valore del coefficiente di correlazione lineare (di Pearson) è pari a 0,9960.

Ciò significa: la probabilità $P_6^*(0,9960)$ che le variabili non siano correlate linearmente é compresa tra 0 e 1,4%, pertanto la probabilità $P_6(0,9960)$ che (viceversa) le due variabili siano linearmente correlate, è compresa tra 98,6 e 100%.