

## Esperienza di Laboratorio

### CALORE LATENTE DI FUSIONE DEL GHIACCIO

Determina sperimentalmente il calore latente di fusione del ghiaccio.

#### LA FISICA DELL'ESPERIMENTO

- Il calore latente di una sostanza è numericamente uguale alla quantità di energia necessaria per fondere completamente 1 kg di quella data sostanza. Nel SI di unità di misura si esprime in J/kg.
- Se in un calorimetro, che contiene una quantità nota  $m_1$  di acqua a una certa temperatura  $T_1$ , si aggiunge qualche cubetto di ghiaccio fondente di massa  $m_2$ , dopo un certo tempo il ghiaccio sarà fuso e la temperatura finale dell'acqua sarà minore di quella iniziale.
- L'energia necessaria per fondere il ghiaccio è fornita dall'acqua, che si raffredda fino a una temperatura finale di equilibrio  $T_e$ .
- L'acqua cede l'energia  $\Delta E_1 = c_{acqua} m_1 (T_1 - T_e)$  che viene assorbita dal ghiaccio per fondere a  $0^\circ\text{C}$  e trasformarsi in acqua ( $\Delta E_2 = L_f m_2$ ) e successivamente dall'acqua proveniente dalla fusione per scaldarsi fino alla temperatura di equilibrio:  $\Delta E_3 = c_{acqua} m_2 (T_e - 0^\circ\text{C})$ .
- Trascurando eventuali scambi di calore con il calorimetro e l'ambiente circostante, dal bilancio energetico  $\Delta E_1 = \Delta E_2 + \Delta E_3$  si ricava il valore del calore latente di fusione del ghiaccio:

$$\Delta E_2 = \Delta E_1 - \Delta E_3 \Rightarrow L_f = (\Delta E_1 - \Delta E_3) / m_2$$

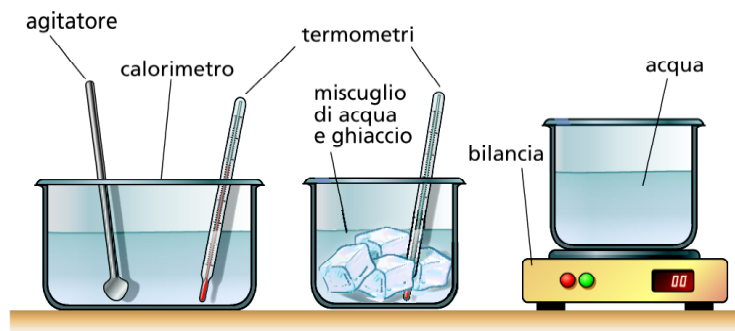
#### PER FARE L'ESPERIENZA

##### STRUMENTI E MATERIALE

Calorimetro, ghiaccio, acqua, becher, bilancia (al grammo), termometro 1, termometro 2.

Strumento	Sensibilità	Portata
Bilancia	.....	.....
Termometro 1	.....	.....
Termometro 2	.....	.....

- Predisponi un calorimetro, un becher e dell'acqua.
- Procurati alcuni cubetti di ghiaccio fondente, cioè alla temperatura  $T_g$  di  $0^\circ\text{C}$ . Se il ghiaccio è conservato in un freezer, a una temperatura quindi inferiore, ponilo in un recipiente con acqua e, quando il ghiaccio comincia a fondere, controlla che la temperatura del miscuglio sia pari a  $0^\circ\text{C}$ .



## PROCEDIMENTO

- Misura con una bilancia la massa  $m_1$  di acqua che versi nel calorimetro; quando la temperatura dell'acqua e del calorimetro si è stabilizzata, misura la temperatura  $T_1$  con il termometro 1.
- Prendi dal recipiente alcuni cubetti di ghiaccio, asciugali e velocemente misurane con la bilancia la massa  $m_2$ . Poi introducili nel calorimetro e richiudi il coperchio.
- Mescola lentamente per mezzo dell'agitatore. Dopo alcuni minuti misura la temperatura di equilibrio  $T_e$ .
- Ripeti le operazioni variando la quantità e la temperatura iniziale dell'acqua o la massa del ghiaccio.

## DATI RACCOLTI

Ora registra i dati nella tabella.

- Colonna 1: contiene il riferimento alla misura svolta.
- Colonna 2: contiene il valore della massa  $m_1$  dell'acqua usata nel calorimetro.
- Colonna 3: contiene il valore della massa  $m_2$  dei cubetti di ghiaccio.
- Colonna 4: contiene il valore della temperatura  $T_1$  dell'acqua nel calorimetro, misurata con il termometro 1.
- Colonna 5: contiene il valore della temperatura  $T_g$  del ghiaccio fondente.
- Colonna 6: contiene il valore della temperatura di equilibrio  $T_e$  dell'acqua nel calorimetro, misurata con il termometro 2.

L'incertezza sulle misure riportate nelle colonne 2, 3, 4, 6 è data dalla sensibilità degli strumenti utilizzati.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
caso	$m_1(\text{g})$	$m_2(\text{g})$	$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_g(^{\circ}\text{C})$	$T_e(^{\circ}\text{C})$	$\Delta E_1(\text{J})$	$\Delta E_3(\text{J})$	$L_f(\text{J/kg})$
1								
2								
3								
4								

5									
$L_f \text{ medio} = (\dots\dots\dots\pm\dots\dots) \text{ J/kg}$									

**ELABORAZIONE DEI DATI**

- Completa la tabella precedente con l'elaborazione dei dati raccolti.
  - Colonna 7: calcola l'energia  $\Delta E_1 = c_{acqua} m_1 (T_1 - T_e)$  ceduta dall'acqua (il calore specifico dell'acqua è  $c_{acqua} = 4186 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ ).
  - Colonna 8: calcola l'energia  $\Delta E_3 = c_{acqua} m_2 (T_e - 0^\circ\text{C})$  assorbita dalla massa di ghiaccio fuso in acqua, per raggiungere la temperatura di equilibrio.
  - Colonna 9: calcola il calore latente di fusione del ghiaccio  $L_f$  dalla formula del bilancio energetico:  $L_f = (\Delta E_1 - \Delta E_3) / m_2$ .
- Calcola il valore medio di  $L_f$  e la sua incertezza e trascrivili nelle ultime righe della tabella:

$$L_{f \text{ medio}} = \frac{(L_{f1} + L_{f2} + \dots L_{f5})}{5}$$

$$\Delta L_{f \text{ medio}} = \frac{L_{f \text{ max}} - L_{f \text{ min}}}{2}$$

**CONCLUSIONI**

1. Il valore medio di  $L_f$  che hai ottenuto è confrontabile, entro le incertezze di misura, con il valore standard della stessa grandezza, pari a  $334 \text{ J/g}$  ( $334 \times 10^3 \text{ J/kg}$  espresso in unità del Sistema Internazionale) ?
2. Quali misure svolte in questo esperimento influiscono maggiormente nell'incertezza del risultato finale?
3. Cosa succederebbe se svolgessi l'esperimento introducendo nel calorimetro ghiaccio a temperatura molto inferiore a quella di fusione?

**TEST**

1. Per fondere una massa di ghiaccio occorrono  $N \text{ J}$  di energia. Per fondere una quantità pari alla metà occorrono:
  - a)  $N \text{ J}$
  - b)  $N/2 \text{ J}$
  - c)  $2 N \text{ J}$
  - d) più o meno joule di energia a seconda del liquido in cui è immerso il ghiaccio.
2. Sono state misurate le temperature nel calorimetro con un termometro di sensibilità  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . L'incertezza

nel risultato del calcolo di  $(T_1 - T_e)$  è:

- a) 0,4 °C
- b) 0,2 °C
- c) 0,0 °C
- d) impossibili da determinare senza conoscere i valori di  $T_e$  e di  $T_1$ .

3) Al termine di un esperimento, aprendo il calorimetro si nota che parte del ghiaccio è ancora solida. Si può ricavare ugualmente il valore del calore latente di fusione?

- a) No, perché la formula usata richiede che tutto il ghiaccio sia fuso.
- b) No, perché la temperatura raggiunta non è quella di equilibrio.
- c) Sì, se posso determinare  $m_2$  misurando con la bilancia la massa di acqua contenuta nel calorimetro dopo aver buttato via il ghiaccio rimasto.
- d) Sì, se posso determinare  $m_2$  misurando con la bilancia la massa di acqua contenuta nel calorimetro dopo aver aspettato che tutto il ghiaccio rimasto sia fuso.

4) Per ridurre l'incertezza nel risultato finale, è preferibile che la differenza tra la temperatura iniziale  $T_1$  dell'acqua e quella finale  $T_e$  di equilibrio sia la più grande possibile. Questo si può ottenere:

- a) evitando di rimescolare l'acqua e il ghiaccio nel calorimetro.
- b) utilizzando acqua a una temperatura iniziale più bassa.
- c) aumentando la quantità iniziale di ghiaccio e diminuendo quella dell'acqua.
- d) diminuendo la quantità iniziale del ghiaccio e aumentando quella dell'acqua.