

Calorimetria

P4- In un calorimetro si immettono 50g di ghiaccio alla temperatura di -10°C e 100g di acqua a 20°C . Il calorimetro ha l'equivalente in acqua di 20g e la temperatura iniziale è 18°C . Determinare la temperatura di equilibrio e la composizione della miscela a detta temperatura.

Soluzione

Simboli

m_1	massa del ghiaccio;
m_2	massa dell'acqua aggiunta nel calorimetro;
m_{eq}	massa equivalente in acqua del calorimetro;
t_1	temperatura iniziale del ghiaccio;
t_2	temperatura dell'acqua calda;
t_e	temperatura di equilibrio termico;
C_s	calore specifico dell'acqua;
C'_s	calore specifico del ghiaccio;
L_f	calore latente di fusione del ghiaccio.



Strategia risolutiva

In questo problema si presenta dell'acqua e del ghiaccio; poiché è probabile che si verifichi qualche cambiamento di stato, è opportuno controllare preliminarmente quanto calore potrebbe cedere l'acqua rimanendo allo stato liquido ed il calore che potrebbe fornire la struttura calorimetrica per portarsi a 0°C (la somma di queste due quantità di calore rappresenta il calore disponibile per scaldare il ghiaccio). Successivamente, si deve calcolare la quantità di calore necessaria al ghiaccio affinché passi dalla temperatura di -10°C alla temperatura di 0°C ; una volta effettuato il confronto, nel caso vi sarà calore sufficiente, procederemo con il calcolo del calore necessario per far fondere il ghiaccio (tutto o in parte).

Calore che può cedere l'acqua

$$Q_1 = C_s m_2 \cdot \Delta T = 4186 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,100 \text{Kg} \cdot 20^{\circ}\text{C} = 8372 \text{J}$$

Calore necessario per scaldare il ghiaccio da -10°C a 0°C

$$Q_2 = C'_s m_1 \cdot \Delta T = 2180 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,050 \text{Kg} \cdot 10^{\circ}\text{C} = 1090 \text{J}$$

Poiché $Q_2 < Q_1$ il ghiaccio si riscalerà fino alla temperatura di 0°C e comincerà a sciogliersi. Per stabilire quanto ghiaccio si scioglierà occorre considerare anche la quantità di **calore che può cedere il calorimetro** per portarsi alla temperatura di 0°C . Calcoliamo detto calore:

$$Q_{cal} = C_s m_{eq} \cdot \Delta T = 4186 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,020 \text{Kg} \cdot 18^{\circ}\text{C} = 1507 \text{J}$$

Calore latente di fusione

Osserviamo che per far fondere tutto il ghiaccio è necessaria la seguente quantità di calore

$$Q_3 = L_f m_1 = 332,4 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{Kg}} \cdot 0,050 \text{Kg} = 16620 \text{J}$$

Calore disponibile

Il calore disponibile per la fusione del ghiaccio è

$$Q' = (8372 + 1507 - 1090) \text{J} = 8789 \text{J} < 16620 \text{J}$$

A questo punto possiamo affermare che solo una parte del ghiaccio si scioglierà e la temperatura di equilibrio del sistema sarà 0°C .

Calcolo della quantità **m** di ghiaccio che si scioglie

$$L_f \cdot m = 8789J \rightarrow m = \frac{8789J}{L_f} = \frac{8789J}{332,4 \cdot 10^3 \frac{J}{Kg}} = 0,026Kg = 26g$$

Conclusione

La composizione della miscela che si trova alla temperatura di 0°C è la seguente:

Ghiaccio 24g

Acqua 126g.

Precisiamo che anche la struttura calorimetrica si trova alla temperatura di 0°C.