

Calorimetria, scambi di calore, cambiamenti di stato fisico

Problema¹

Una massa $M=1,0\text{Kg}$ di mercurio si trova allo stato solido alla temperatura di fusione $T_1=-39\text{ }^\circ\text{C}$. Il blocco di mercurio viene immerso in un calorimetro di alluminio avente massa $M_{\text{cal}}=500\text{g}$ contenente $1,2\text{Kg}$ di acqua che sono alla temperatura $T_2=20,0\text{ }^\circ\text{C}$. Sapendo che la temperatura finale del sistema è $T_{\text{EQ}}=16,5\text{ }^\circ\text{C}$, determinare il calore latente di fusione del mercurio.

Dati: calore specifico del mercurio $c_1=140,0\text{ J}/(\text{Kg }^\circ\text{C})$, calore specifico dell'alluminio $c_2=900,0\text{ J}/(\text{Kg }^\circ\text{C})$, calore specifico dell'acqua $c_3= 4186,0\text{ J}/(\text{Kg }^\circ\text{C})$.

Elaborazioni

Strategia risolutiva

Il mercurio allo stato solido, immerso nel calorimetro contenente acqua, assorbe calore:

Q_1 sia la quantità di calore necessaria al mercurio per fondere (calore di fusione);

Q_2 sia la quantità di calore che assorbe il mercurio per portarsi dalla temperatura di $-39\text{ }^\circ\text{C}$ alla temperatura di equilibrio del sistema $T_{\text{EQ}}=16,5\text{ }^\circ\text{C}$.

Il calore assorbito dal mercurio è ceduto in parte dal calorimetro, in parte dall'acqua; siano il calore Q_3 ceduto dal calorimetro e Q_4 quello ceduto dall'acqua. Supponendo che nel processo termodinamico non ci siano perdite di calore, ipotesi plausibile giacché gli scambi termici avvengono in un calorimetro, sussiste la seguente uguaglianza:

$$Q_1+Q_2= Q_3+Q_4 \quad (1)$$

Sfruttando l'uguaglianza (1) si riuscirà a determinare il calore latente di fusione del mercurio.

*** **

Siano L_f il calore di fusione del mercurio ed $M_3=1,2\text{Kg}$ la massa di acqua. Con i simboli introdotti si ha:

$$Q_1 = L_f \cdot M_1; \quad Q_2 = c_1 \cdot M_1 \cdot (T_{\text{EQ}} - T_1); \quad Q_3 = c_2 \cdot M_{\text{cal}} \cdot (T_2 - T_{\text{EQ}});$$
$$Q_4 = c_3 \cdot M_3 \cdot (T_2 - T_{\text{EQ}})$$

Scriviamo l'uguaglianza (1)

$$L_f \cdot M_1 + c_1 \cdot M_1 \cdot (T_{\text{EQ}} - T_1) = c_2 \cdot M_{\text{cal}} \cdot (T_2 - T_{\text{EQ}}) + c_3 \cdot M_3 \cdot (T_2 - T_{\text{EQ}}),$$

dalla quale si ricava l'incognita



Calorimetro

¹ Problema assegnato nella Prova scritta di Fisica con Elementi di matematica nel Corso di Laurea in Farmacia di Bari il 27-01-2009.

$$L_f = \frac{c_2 \cdot M_{cal} \cdot (T_2 - T_{EQ}) + c_3 \cdot M_3 \cdot (T_2 - T_{EQ})}{M_1} - c_1 \cdot (T_{EQ} - T_1)$$

Sostituendo i valori noti alle grandezze otteniamo

$$L_f = \frac{900 \frac{J}{Kg^{\circ}C} \cdot 0,500Kg \cdot (20 - 16,5)^{\circ}C + 4186 \frac{J}{Kg^{\circ}C} \cdot 1,2Kg \cdot (20 - 16,5)^{\circ}C}{1,0Kg} +$$

$$-140 \frac{J}{Kg^{\circ}C} \cdot (16,5 + 39)^{\circ}C \approx 11386 \frac{J}{Kg}$$

Osservazione

Da tabelle riportate sui libri di testo si rileva che il calore di fusione del mercurio è

$$L_f = 11,7 \cdot 10^3 \frac{J}{Kg}$$