

Calorimetria

P1- In un calorimetro contenente 400g di acqua alla temperatura di 30 °C si aggiungono altri 60 grammi di acqua alla temperatura di 70 °C e dopo qualche secondo osserva che la temperatura di equilibrio del sistema è di 35 °C.

- Determinare l'equivalente in acqua del calorimetro.
- Determinare la quantità di calore che l'acqua calda immessa cede al calorimetro ed all'acqua preesistente nel calorimetro.

Soluzione

Simboli

m_1	massa dell'acqua contenuta nel calorimetro inizialmente;
m_2	massa di acqua aggiunta successivamente;
m_{eq}	massa equivalente in acqua del calorimetro;
t_1	temperatura iniziale di m_1 e del calorimetro;
t_2	temperatura dell'acqua calda aggiunta;
t_e	temperatura di equilibrio termico;
C_s	calore specifico dell'acqua.

Premessa

Ricordiamo che per **equivalente in acqua di un calorimetro** si intende la quantità di acqua che assorbirebbe o cederebbe la stessa quantità di calore che assorbe o cede il calorimetro nel corso dell'esperienza di termodinamica; questo valore è un parametro caratteristico di ogni calorimetro.

a) Per risolvere il problema proposto basta uguagliare la quantità di calore ceduta dall'acqua calda aggiunta nel calorimetro per passare dalla temperatura alta di 70°C alla temperatura di equilibrio di 35°C, alla quantità di calore assorbito dal calorimetro e dall'acqua preesistente. Con i simboli introdotti, indicando con Q_{ceduto} e $Q_{assorbito}$ rispettivamente le quantità di calore ceduto e assorbito dalle masse in gioco si ha:

$$Q_{assorbito} = C_s \cdot (m_1 + m_{eq}) \cdot (t_e - t_1),$$

$$Q_{ceduto} = C_s \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e)$$

quindi

$$C_s \cdot (m_1 + m_{eq}) \cdot (t_e - t_1) = C_s \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e) \rightarrow$$

$$m_{eq} = \frac{m_2 \cdot (t_2 - t_e)}{(t_e - t_1)} - m_1 = \frac{60g \cdot (70 - 35)^\circ C}{(35 - 30)^\circ C} - 400g = 20g$$

b) Calcolo del calore ceduto dall'acqua calda

$$Q_{ceduto} = C_s \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e) = 4186 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,060Kg \cdot 35^\circ C = 8791J$$

P2- In un calorimetro contenente 500g di acqua alla temperatura di 20 °C si aggiungono altri 700g grammi di acqua alla temperatura di 60 °C . Nell'ipotesi che l'equivalente in acqua del calorimetro sia 20g, determinare la temperatura di equilibrio del sistema.

Soluzione

Simboli



m_1	massa dell'acqua contenuta nel calorimetro inizialmente;
m_2	massa di acqua aggiunta successivamente;
m_{eq}	massa equivalente in acqua del calorimetro;
t_1	temperatura iniziale di m_1 e del calorimetro;
t_2	temperatura dell'acqua calda aggiunta;
t_e	temperatura di equilibrio termico;
C_s	calore specifico dell'acqua.

Con i simboli introdotti, uguagliamo la quantità di calore ceduto dall'acqua calda al sistema m_1 (acqua)+calorimetro per raggiungere l'equilibrio termico. Si ottiene l'equazione

$$C_s \cdot (m_1 + m_{eq}) \cdot (t_e - t_1) = C_s \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e)$$

che va risolta nell'incognita t_e .

Dopo aver semplificato il fattore C_s , presente in entrambi i membri dell'equazione, si ha

$$t_e = \frac{(m_1 + m_{eq})t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_{eq} + m_2} = \frac{(500 + 20)g \cdot 20^\circ C + 700g \cdot 60^\circ C}{(500 + 20 + 700)g} \approx 43^\circ C$$

P3- In un calorimetro contenente 100g di acqua alla temperatura di $20^\circ C$ si immette un blocco di rame avente massa 40g alla temperatura di $80^\circ C$. Nell'ipotesi che l'equivalente in acqua del calorimetro sia 20g, determinare la temperatura di equilibrio del sistema.

Dati

Calore specifico dell'acqua $C'_s = 4186 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C}$; calore specifico del rame $C''_s = 385 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C}$

Soluzione

Simboli

m_1	massa dell'acqua contenuta nel calorimetro;
m_2	massa del blocco di rame;
m_{eq}	massa equivalente in acqua del calorimetro;
t_1	temperatura iniziale di m_1 e del calorimetro;
t_2	temperatura del blocco di rame;
t_e	temperatura di equilibrio termico;

Si deve impostare l'equazione per l'equilibrio termico imponendo che il calore ceduto dal blocco di rame sia uguale al calore assorbito dal **sistema calorimetro+acqua**. Con i simboli introdotti si ha:

$$C'_s \cdot (m_1 + m_{eq}) \cdot (t_e - t_1) = C''_s \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e)$$

che va risolta nell'incognita t_e . Si ha:

$$t_e = \frac{C'_s \cdot (m_1 + m_{eq})t_1 + C''_s \cdot m_2 t_2}{C'_s \cdot (m_1 + m_{eq}) + C''_s \cdot m_2} = \frac{4186 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,120Kg \cdot 20^\circ C + 385 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,040Kg \cdot 80^\circ C}{4186 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,120Kg + 385 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,040Kg} \approx \frac{11278}{518} ^\circ C \approx 21,77^\circ C$$