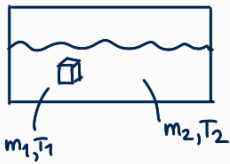


# ESERCIZIO 1



$$\begin{aligned} m_1 &= 30 \text{ g} \rightarrow 0,03 \text{ kg} & T_1 &= 258 \text{ K} \\ m_2 &= 50 \text{ g} \rightarrow 0,05 \text{ kg} & T_2 &= 333 \text{ K} \\ c_a &= 3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

Supponendo che il contenitore sia isolato termicamente, abbiamo che il calore ceduto dall'acqua viene tutto assorbito dal cubetto di ghiaccio:

$$Q_{\text{ghiaccio}} + Q_{\text{acqua}} = 0$$

$$Q_{\text{acqua}} = m_2 c_{H_2O} (T_{eq} - T_2)$$

$$Q_{\text{ghiaccio}} = \underbrace{m_1 c_g (T_0 - T_1)}_{\text{calore necessario a scaldare il cubetto di ghiaccio dalla sua temperatura iniziale alla temperatura di fusione } (T_0 = 273 \text{ K})} + \underbrace{m_1 c_a}_{\text{calore necessario a far compiere la transizione di fase al cubetto di ghiaccio}} + \underbrace{m_1 c_{H_2O} (T_{eq} - T_0)}_{\text{calore necessario a scaldare il ghiaccio sciolto dalla temperatura di fusione a quella di equilibrio}}$$

$$\Rightarrow -m_2 c_{H_2O} (T_{eq} - T_2) = m_1 c_g (T_0 - T_1) + m_1 c_a + m_1 c_{H_2O} (T_{eq} - T_0)$$

$$m_2 c_{H_2O} T_2 - m_2 c_{H_2O} T_{eq} = m_1 c_g T_0 - m_1 c_g T_1 + m_1 c_a + m_1 c_{H_2O} T_{eq} - m_1 c_{H_2O} T_0$$

$$-m_2 c_{H_2O} T_{eq} - m_1 c_{H_2O} T_{eq} = m_1 c_g T_0 - m_1 c_{H_2O} T_0 - m_1 c_g T_1 - m_2 c_{H_2O} T_2 + m_1 c_a$$

$$-T_{eq} c_{H_2O} (m_1 + m_2) = m_1 T_0 (c_g - c_{H_2O}) - m_1 c_g T_1 - m_2 c_{H_2O} T_2 + m_1 c_a$$

$$T_{eq} = \frac{m_1 T_0 (c_{H_2O} - c_g) + m_1 c_g T_1 + m_2 c_{H_2O} T_2 - m_1 c_a}{c_{H_2O} (m_1 + m_2)}$$

$$T_{eq} = \frac{m_1 [T_0 (c_{H_2O} - c_g) + c_g T_1 - c_a] + m_2 c_{H_2O} T_2}{c_{H_2O} (m_1 + m_2)}$$

$$T_{eq} = \frac{0,03 \text{ kg} [273 \text{ K} (4186 \text{ J/kg} \cdot \text{K} - 2090 \text{ J/kg} \cdot \text{K}) + 2090 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot 258 \text{ K} - 3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}] + 0,05 \text{ kg} \cdot 4186 \text{ J/kg} \cdot 333 \text{ K}}{4186 \text{ J/kg} \cdot \text{K} (0,03 \text{ kg} + 0,05 \text{ kg})}$$

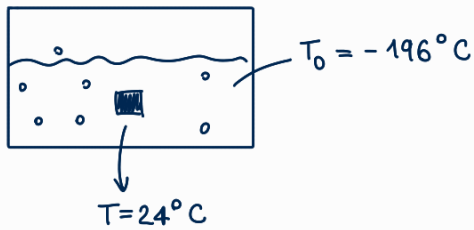
$$= \frac{0,03 \text{ kg} [2,73 \cdot 10^5 \text{ K} (4,186 \text{ J/kg} \cdot \text{K} - 2,090 \text{ J/kg} \cdot \text{K}) + 2,090 \text{ J/kg} \cdot 2,58 \cdot 10^5 - 3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}] + 0,05 \text{ kg} \cdot 4,186 \text{ J/kg} \cdot 3,33 \cdot 10^5}{4,186 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot 10^3 \cdot 0,08 \text{ kg}}$$

$$= \frac{0,03 \text{ kg} \cdot 10^5 [2,73 \cdot (4,186 \text{ J/kg} - 2,090 \text{ J/kg}) + 2,090 \text{ J/kg} \cdot 2,58 - 3,3 \text{ J/kg}] + 0,05 \cdot 4,186 \cdot 3,33 \cdot 10^5}{4,186 \cdot 10^3 \text{ J/K} \cdot 0,08}$$

$$= \frac{0,03 \text{ kg} [2,73 \cdot (4,186 \text{ J/kg} - 2,090 \text{ J/kg}) + 2,090 \cdot 2,58 \text{ J/kg} - 3,3 \text{ J/kg}] + 0,05 \cdot 4,186 \cdot 3,33 \text{ J} \cdot 10^2}{4,186 \cdot 0,08 \text{ J/K}}$$

$$\approx 278 \text{ K} \approx 5^\circ \text{C}$$

### ESERCIZIO 3



$$T_0 = -196^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 2 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}$$

$$m = 10^{-2} \text{ Kg}$$

$$c_s = 4 \cdot 10^2 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}$$

→ NB: c'è un errore nel testo, l'ordine di grandezza è  $10^5$

L'azoto si trova già alla temperatura di ebollizione, quindi, la quantità di calore necessaria a far evaporare una massa  $m$  di azoto è:

$$Q = m_{\text{azoto}} \cdot \lambda$$

Vediamo quanto calore può fornire l'oggetto raffreddandosi. Prendiamo come  $T_{\text{eq}}$  la temperatura dell'azoto, perché possiamo considerare il recipiente molto grande come un serbatoio:

$$Q = m \cdot c_s \cdot (T_0 - T) = 10^{-2} \text{ Kg} \cdot 4 \cdot 10^2 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} (-196^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}) = -880 \text{ J}$$

quindi la massa di azoto che riesce ad evaporare è:

$$m_{\text{azoto}} = \frac{Q}{\lambda} = \frac{880 \text{ J}}{2 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}} = \frac{8,8 \cdot 10^2 \text{ J}}{2 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$$