

Exercice 1 :

1. Chaleur gagnée Q_1 par la glace dans son réchauffement jusqu'au point de fusion est :

$$Q_1 = m_{\text{glace}} c_{\text{glace}} (0^\circ\text{C} - t_{i,\text{glace}})$$

avec $m_{\text{glace}} = 2,5 \text{ kg}$; $c_{\text{glace}} = 2 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$;
 $t_{i,\text{glace}} = -20^\circ\text{C}$

$$Q_1 = 10^5 \text{ J}$$

2. Chaleur gagnée Q_2 par la glace en phase de changement de solide à liquide est :

$$Q_2 = m_{\text{glace}} L_f$$

avec $L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$

$$Q_2 = 8,375 \cdot 10^5 \text{ J}$$

3. Chaleur gagnée Q_3 par le liquide résultant du réchauffement de la glace jusqu'à la température finale est :

$$Q_3 = m_{\text{glace}} c_{\text{eau}} (t_f - 0^\circ\text{C})$$

avec $c_{\text{eau}} = 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{C)}$

$$Q_3 = 10465 t_f$$

4. Chaleur cédée Q_4 par le punch jusqu'à la température finale est :

$$Q_4 = m_{\text{punch}} c_{\text{punch}} (t_f - 25)$$

avec $m_{\text{punch}} = 16 \text{ kg}$; $c_{\text{punch}} = 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{C)}$

$$Q_4 = 66976 t_f - 1674400$$

Chaleur cédée Q_5 par le bol de verre jusqu'à la température finale est :

$$Q_5 = m_{\text{bol}} c_{\text{bol}} (t_f - 25)$$

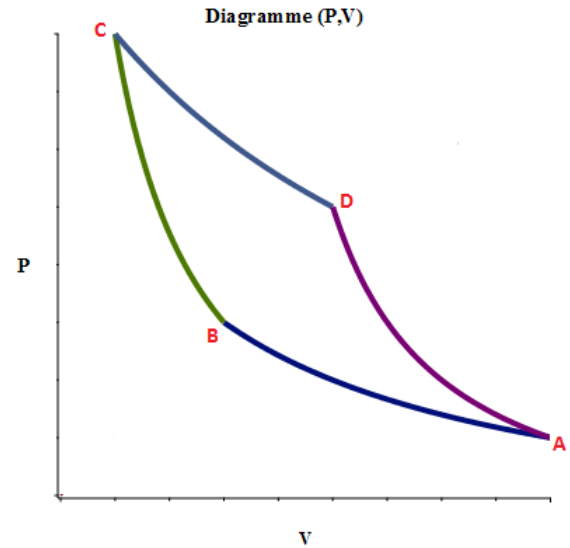
avec $m_{\text{bol}} = 7 \text{ kg}$; $c_{\text{bol}} = 840 \text{ J/(kg} \cdot \text{C)}$

$$Q_5 = 5880 t_f - 147000$$

L'absence de flux de chaleur entre le bol et l'environnement extérieur implique que le bol est adiabatique. Ainsi l'équation d'équilibre thermique donne :

$$\sum_{i=0}^{i=5} Q_i = 0 \Rightarrow 83321 t_f - 8,839 \cdot 10^5 = 0$$

$$t_f = 10,6^\circ\text{C}$$

Exercice 2 :

2. a- CD : transformation isotherme $\Rightarrow P_D V_D = P_C V_C$

$$Q_1 = P_C V_C \ln \left(\frac{V_D}{V_C} \right) = n R T_C \ln \left(\frac{V_D}{V_C} \right)$$

$$Q_1 = R T_1 \ln \left(\frac{V_D}{V_C} \right)$$

- b- AB : transformation isotherme $\Rightarrow P_B V_B = P_A V_A$

$$Q_2 = P_A V_A \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right) = n R T_A \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)$$

$$Q_2 = R T_2 \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)$$

3. BC & DA : transformations isentropiques

$$P_C V_C^\gamma = P_B V_B^\gamma \quad \& \quad P_A V_A^\gamma = P_D V_D^\gamma$$

$$\frac{V_B^\gamma}{V_A^\gamma} = \frac{P_C V_C^\gamma}{P_B V_D^\gamma} \cdot \frac{P_A}{P_D} \Rightarrow \left(\frac{V_B}{V_A} \right)^\gamma = \frac{P_C P_A}{P_B P_D} \left(\frac{V_C}{V_D} \right)^\gamma$$

$$\frac{P_C P_A V_A}{P_B P_D V_D} = \frac{P_C P_B V_B}{P_B P_D V_A} = \frac{P_C V_C V_B}{P_D V_C V_A} = \frac{P_D V_D V_B}{P_D V_C V_A}$$

$$\frac{P_C P_A}{P_B P_D} = \left(\frac{V_B}{V_A} \right) \left(\frac{V_C}{V_D} \right)^{-1} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{V_C}{V_D}$$

$$4. \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R T_1 \ln \left(\frac{V_D}{V_C} \right)}{R T_2 \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)} = \frac{T_1}{T_2} \frac{-\ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)}{\ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = -\frac{T_1}{T_2}$$

$$5. \Delta S_A^B = R \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right) \quad \text{et} \quad \Delta S_C^D = -R \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)$$

Or $\Delta S_B^C = \Delta S_D^A = 0$ car transformations adiabatiques sur BC et DA

On en déduit : $\Delta S_{\text{cycle}} = 0$

6. Le rendement η_{th} du cycle vaut :

$$\eta_{th} = \frac{|W_{\text{cycle}}|}{Q_1} = \frac{|Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4|}{Q_1}$$

$Q_C^B = Q_D^A = 0$ car transformation adiabatique sur BC et AD.

$$Q_1 + Q_2 = Q_1 - \frac{T_2}{T_1} Q_1 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) Q_1 \Rightarrow \eta_{th} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$