

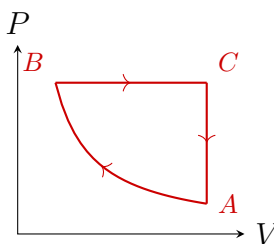
TD12 – Bilans d'énergie : premier principe de la thermodynamique

Exercice 1 – Énergie d'un gaz

1. $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
2. $\Delta\mathcal{E}_c = \frac{1}{2}m(v^2 - 0^2) = 1,4 \times 10^{-2} \text{ J}$.
3. $\Delta\mathcal{E}_p = mg\Delta z = 2,7 \text{ J}$.
4. $\Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T = 415 \text{ J}$.

Exercice 2 – Cycle

1. Lors de cette transformation, on a $PV = \text{cste}$ d'où $P(V) = P_A V_A / V$.
2. Dans le diagramme de Watt :



3. $V_A = V_C = 25 \text{ L}$, $V_B = 5 \text{ L}$ et $T_C = 1500 \text{ K}$.
4. $W_{AB} = RT_A \ln(V_B/V_A) = 4,03 \text{ kJ}$ et $Q_{AB} = -W_{AB}$.
 $W_{BC} = -P_B(V_A - V_C) = -10 \text{ kJ}$, $Q_{BC} = \Delta H_{BC} = \frac{5}{2}(T_C - T_B) = 25 \text{ kJ}$.
 $W_{CA} = 0$ donc $Q_{CA} = \Delta U_{CA} = \frac{3}{2}(T_A - T_C) = -15 \text{ kJ}$.
 On a bien $\Delta U_{\text{cycle}} = 0$.

Exercice 3 – Détente de Joule Gay-Lussac

1. Isochore et adiabatique.
2. Isochore : $W = 0$, adiabatique : $Q = 0$ d'où $W + Q = 0$.
3. $\Delta U = 0$.
4. $T_f = T_0$.
5. $P_f = P_0/2$.

Exercice 4 – Transformation adiabatique

1. $P_1 = P_0 + Mg/S = 2 \text{ bar}$ et $T_1 = \frac{9}{7}T_0$.
2. $P_2 = P_0$ et $T_2 = \frac{6}{7}T_1 = \frac{54}{49}T_0$.

Exercice 5 – Travail des forces de pression

1. $P_0 = \frac{n_0 R T_0}{V_0} = 2,4 \text{ bar}$.
2. $n_f = n_0$ et $V_f = 3V_0$
3. $W = 0$ car $P_{\text{ext}} = 0$, adiabatique : $Q = 0$ donc $\Delta U = 0$ d'où $T_f = T_0$.
 $P_f = \frac{n_f R T_f}{V_f} = 0,81 \text{ bar}$.
4. $-\int_{V_0}^{3V_0} P dV < 0$ donc $W \neq -\int_{V_0}^{V_f} P dV$.
5. $n_f = n_0$ et $V_f = \frac{3V_0}{2}$
6. $C_v = \frac{5}{2}n_0 R$. On a encore $\Delta U = 0$ d'où $T_f = T_0$.
7. $P_f = \frac{2n_0 R T_0}{3V_0} = 1,6 \text{ bar}$.
8. $W = -Q$.
9. Isotherme : il faut que la transformation soit lente, en contraignant le piston à se déplacer lentement. $W = -n_0 R T_0 \ln(4/3)$. $-\int_{V_0}^{V_f} P dV = -n_0 R T_0 \ln(2/3) \neq W$.

Exercice 6 – Calorimétrie

Un calorimètre contient 95 g d'eau à 20 °C. On y ajoute 71 g d'eau à 50 °C.

1. $\Delta H = Q = 0$.
2. $T_f = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = 32,8 \text{ °C}$.
3. $\mu = 22,5 \text{ g}$.
4. $Q = R I^2 \tau = 12\,000 \text{ J}$ d'où $c_{\text{eau}} = 4,24 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
5. $c_{\text{métal}} = 444 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Exercice 7 – Gaz chauffé par une résistance

1. $V_A = \frac{2V_0 T_1}{T_1 + T_0}$, $V_B = \frac{2V_0 T_0}{T_1 + T_0}$ et $P_f = \frac{nR(T_0 + T_1)}{2V_0}$.
2. $\Delta U = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_1 - T_0)$.
3. Isotherme, d'où $W = nRT_0 \ln \frac{T_1 + T_0}{2T_0}$ et $Q_1 = -W$.
4. $Q_2 = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_1 - T_0) + nRT_0 \ln \frac{T_1 + T_0}{2T_0}$.

Exercice 8 – Température d'un conducteur ohmique

1. $\frac{dT}{dt} + \frac{h}{C}T = \frac{h}{C}T_0 + \frac{RI^2}{C}$, d'où $\tau = \frac{C}{h}$.
2. $h = \frac{RI^2}{T_1 - T_0} = 5,0 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$.
3. $T(t) = (T_0 - T_1) \exp(-t/\tau) + T_1$.