

Exercice 1 : 3 points

$$\text{On a : } V = \frac{nRT}{p} + nb \implies p = \frac{nRT}{V-nb}$$

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = \frac{1}{V} \frac{nR}{p} \implies \alpha = \frac{V-nb}{VT}$$

$$\beta = \frac{1}{p} \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \frac{1}{p} \frac{nR}{V-nb} \implies \beta = \frac{1}{T}$$

$$\chi_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T = -\frac{1}{V} \frac{-nRT}{p^2} \implies \chi_T = \frac{V-nb}{pV}$$

Exercice 2 : 5 points

Évolution $A_i I A_f$ est une évolution isotherme

$$W_{A_i I A_f} = RT_i \ln \frac{V_i}{V_f} \text{ car } n = 1$$

$$\text{Loi de Mariotte} \implies \frac{V_i}{V_f} = \frac{p_f}{p_i} = 5$$

$$W_{A_i I A_f} = RT_i \ln 5 = 4014 \text{ J}$$

Comme $\Delta U = 0$ alors $Q_{A_i I A_f} = -W_{A_i I A_f}$

$$Q_{A_i I A_f} = -4014 \text{ J}$$

$$A_i E A_f = A_i E \cup E A_f$$

Évolution $A_i E$ est isochore $\implies W_{A_i E} = 0 \text{ J}$

$$Q_{A_i E} = nC_v (T_E - T_{A_i})$$

$$p_E = p_f \implies T_E = \frac{p_E}{p_f} T_{A_i} = T_{A_i}$$

$$Q_{A_i E} = 0 \text{ J}$$

Évolution $E A_f$ est isobare

$$W_{E A_f} = -p_f (V_f - V_i) = -p_f (V_f - 5V_f)$$

$$W_{E A_f} = 4p_f V_f = 4RT_f = 4RT_i$$

Comme l'énergie interne ne dépend que

l'état initial et de l'état final, alors :

$$\Delta U_{A_i I A_f} = \Delta U_{A_i E A_f} = 0 \implies Q_{E A_f} = -W_{E A_f}$$

$$W_{A_i E A_f} = W_{A_i E} + W_{E A_f}$$

$$W_{A_i E A_f} = 4RT_i = 9977 \text{ J}$$

$$Q_{A_i E A_f} = Q_{A_i E} + Q_{E A_f}$$

$$Q_{A_i E A_f} = -9977 \text{ J}$$

Exercice 3 : 6 points

L'équilibre mécanique initial se traduit par l'équation :

$$p_i S = p_0 S + (M + m_p) g \text{ avec } S = \frac{V_i}{h_i}$$

$$M = \frac{(p_i - p_0)V_i}{gh_i} - m_p \quad M = 3 \text{ kg}$$

$$p_f = p_0 + \frac{m_p g}{S} \quad p_f = p_0 \left(1 + \frac{m_p g}{S p_0} \right) = 1,049 p_0$$

La transformation étant adiabatique $\implies Q = 0 \text{ J}$

$$W = nC_{vm} (T_f - T_i) = nC_{vm} T_i \left(\frac{T_f}{T_i} - 1 \right)$$

$$n = \frac{p_i V_i}{RT_i} \quad C_{vm} = \frac{3}{2} R \quad \frac{T_f}{T_i} = \frac{p_f V_f}{p_i V_i} = \frac{p_f}{p_i} \frac{V_f}{V_i}$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \frac{1,049 p_0}{1,2 p_0} \quad \frac{T_f}{T_i} = \left(\frac{p_f}{p_i} \right)^{\frac{\gamma(-1)}{\gamma}} \quad \gamma = \frac{C_{vm} + R}{C_{vm}}$$

$$\frac{T_f}{T_i} = 0,947$$

$$\frac{T_f}{T_i} = \left(\frac{V_i}{V_f} \right)^{\gamma-1} \implies \frac{V_i}{V_f} = \exp \left[\frac{\ln \left(\frac{T_f}{T_i} \right)}{\gamma-1} \right] \implies \frac{V_f}{V_i} = 1,084$$

$$\Delta U = W = \frac{3}{2} p_i V_i \left(\frac{T_f}{T_i} - 1 \right) = -9,42 \text{ J}$$

Le gaz cède donc 9,42 J au milieu extérieur sous forme de travail.

Exercice 4 : 6 points

$$\text{On a : } m = M \times n \implies m = M \frac{pV}{RT} = 0,647 \text{ mg}$$

$$V = S \cdot L \quad S = 80 \text{ mm}^2; L = 1 \text{ m}$$

$$\text{Énergie interne } U : U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = 0,12 \text{ J}$$

$$v_q = 606,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; v_p = 496,9$$

$$v_m = 573,8$$

Pression p_{He} partielle de l'hélium vaut :

$$p_{\text{He}} = \frac{nRT}{V} \quad p_{\text{He}} = \frac{m}{M} \frac{RT}{V} = 3,1 \text{ kPa}$$

La température reste inchangée.

$$v_{q,\text{He}} = 43,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; v_{p,\text{He}} = 35,31$$

$$v_{m,\text{He}} = 40,77$$

$$\text{Pression totale } p_t : p_t = p_{\text{He}} + p_{\text{Ne}} = 4,1 \text{ kPa}$$

Énergie interne totale U_t :

$$U_t = \frac{3}{2} (n_{\text{Ne}} RT + n_{\text{He}} RT) = \frac{3}{2} p_t V = 0,49 \text{ J}$$

$$\frac{V_f}{V_i} = 1,084$$

$$\Delta U = W = \frac{3}{2} p_i V_i \left(\frac{T_f}{T_i} - 1 \right) = -9,42 \text{ J}$$

Énergie interne et vitesse restent inchangées d'après la loi de Joule.

$$pdV + Vdp = 0 \implies \frac{dp}{p} = -\frac{dv}{v}$$

$$p_f = (1 + 0,02) p_i = 4,2 \text{ kPa}$$