

Corrigé de l'Examen de Thermodynamique (2020/ 2021)

Barème | **1. Exercice 1 :**

Calcul de la température finale de l'ensemble :

0,5 pt
$$\sum Q_i = 0$$

0,5 pt
$$Q_{cal} + Q_{eau} + Q_{Mg} = 0$$

0,5 pt
$$Q_{cal} = \mu \cdot c_{eau} \cdot \Delta T = \mu \cdot c_{eau} (T_{eq} - T_1) = \mu \cdot c_{eau} (\theta_{eq} - \theta_1)$$

0,5 pt
$$Q_{eau} = m_1 \cdot c_{eau} \cdot \Delta T = m_1 \cdot c_{eau} (T_{eq} - T_1) = \mu \cdot c_{eau} (\theta_{eq} - \theta_1)$$

0,5 pt
$$Q_{Mg} = C_{Mg} \cdot \Delta T' = C_{Mg} (T_{eq} - T_{Mg}) = C_{Mg} (\theta_{eq} - \theta_{Mg})$$

D'où :

0,5 pt
$$\mu \cdot c_{eau} \cdot (T_{eq} - T_1) + m_1 \cdot c_{eau} \cdot (T_{eq} - T_1) + C_{Mg} \cdot (T_{eq} - T_{Mg}) = 0$$

On retire la température à l'équilibre T_{eq} :

1 pt
$$\Rightarrow T_{eq} = \frac{(\mu + m_1) \cdot c_{eau} \cdot T_1 + C_{Mg} \cdot T_{Mg}}{(\mu + m_1) \cdot c_{eau} + C_{Mg}}$$

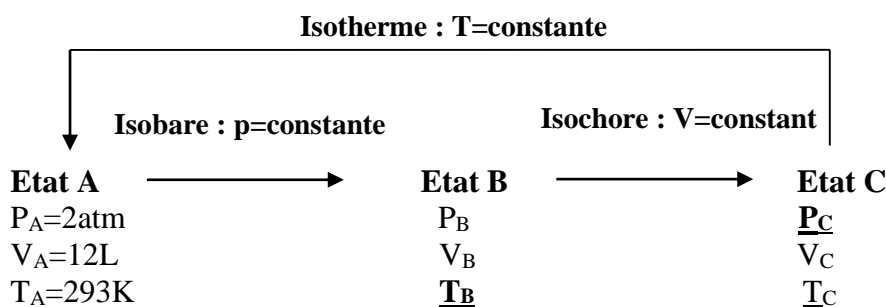
A.N :

0,5 pt
$$\Rightarrow T_{eq} = \frac{(20 + 100)10^{-3} \cdot 4185 \cdot (45 + 273,15) + 100,4 \cdot (85 + 273,15)}{(20 + 100)10^{-3} \cdot 4185 + 100,4}$$

0,5 pt
$$T_{eq} = \mathbf{324,81 \text{ K} = 51,66^\circ\text{C}}$$

Exercice 2 :

1. Détermination des paramètres de chaque état:



Etat B $T_B ?$

A → B Transformation isobare :

0,25 pt $p_B = p_A = \mathbf{2 \text{ atm}}$

0,25 pt $P_B \cdot V_B = n \cdot R \cdot T_B \Rightarrow T_B = \frac{P_B \cdot V_B}{n \cdot R} = \frac{P_A \cdot 2V_A}{n \cdot R} = 2 T_A \Rightarrow T_B = \mathbf{586 \text{ K}}$

Ou $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{V_B \cdot T_A}{V_A} = \frac{2V_A \cdot T_A}{V_A}$

Etat C

B → C Transformation isochore :

0,25 pt $V_B = V_C = 2 V_A = 24L$

C → A Transformation isotherme :

0,25 pt $T_C = T_A = 293K$

0,25 pt $P_C \cdot V_C = P_A \cdot V_A \Rightarrow P_C = \frac{P_A \cdot V_A}{V_C} = \frac{P_A \cdot V_A}{2V_A} = \frac{P_A}{2} \Rightarrow P_C = 1 \text{ atm}$

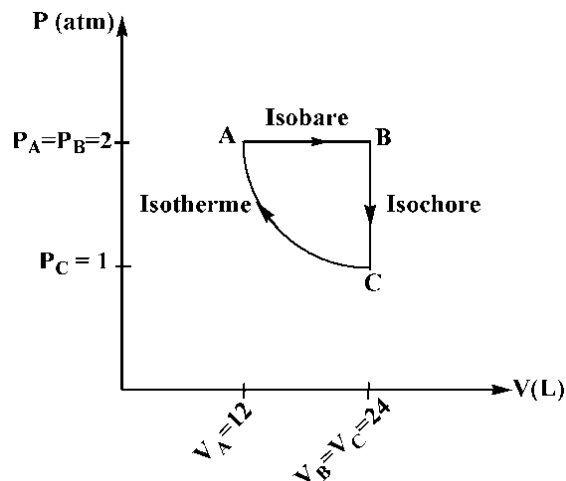
Ou $P_C \cdot V_C = n \cdot R \cdot T_C \Rightarrow P_C = \frac{nRT_C}{V_C} = \frac{nRT_A}{2V_A} = \frac{P_A}{2} = 1 \text{ atm}$

On trouve alors :

Etat A	Etat B	Etat C
$P_A = 2 \text{ atm}$	$P_A = 2 \text{ atm}$	$P_C = 1 \text{ atm}$
$V_A = 12 \text{ L}$	$V_B = 24 \text{ L}$	$V_C = 24 \text{ L}$
$T_A = 293 \text{ K}$	$T_B = 586 \text{ K}$	$T_C = 293 \text{ K}$

2. Diagramme de Clapeyron (P, V)

0,75 pt



3. Calcul du travail W et de la chaleur Q

• **Transformation A—B :**

1 pt $W_{A \rightarrow B} = -P(V_B - V_A) = -2 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot (24 \cdot 10^{-3} - 12 \cdot 10^{-3}) = -2431,20 \text{ J}$

Ou $W_{A \rightarrow B} = -nR(T_B - T_A)$

On calcule le nombre de moles ?

0,5 pt $P_A V_A = nRT_A \Rightarrow n = \frac{P_A V_A}{RT_A} = \frac{2 \cdot 12}{0,082 \cdot 293} \quad \underline{n = 0,999 \text{ mol} \approx 1 \text{ mol.}}$

1 pt $Q_{A \rightarrow B} = nC_p(T_B - T_A) = n \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_B - T_A)$

0,5 pt $Q_{A \rightarrow B} = \frac{1 \cdot 1,68,31}{1,6 - 1} (586 - 293) \Rightarrow Q_{A \rightarrow B} = 6492,88 \text{ J.}$

- **Transformation B—C :**

$$V_B = V_C = 24L$$

0,25 pt $W_{B \rightarrow C} = 0 \text{ J.}$

1 pt $Q_{B \rightarrow C} = nC_V(T_C - T_B) = n \frac{R}{\gamma - 1} (T_C - T_B) = \frac{1,8,31}{1,6-1} (293 - 586) \Rightarrow Q_{B \rightarrow C} = -4058,05 \text{ J.}$

- **Transformation C—A:**

0,25 pt $\Delta U_{C \rightarrow A} = W_{C \rightarrow A} + Q_{C \rightarrow A} \Rightarrow \Delta U_{C \rightarrow A} = 0$ (selon la 1ère loi de Joule)

0,25 pt $\Rightarrow W_{C \rightarrow A} = -Q_{C \rightarrow A}$

1 pt $W_{C \rightarrow A} = -n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_A}{V_C} = -1,8,31 \cdot 293 \cdot \ln \frac{12}{24} \Rightarrow W_{C \rightarrow A} = 1687,69 \text{ J}$

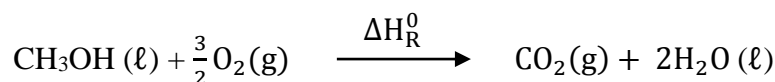
0,25 pt $Q_{C \rightarrow A} = -W_{C \rightarrow A} = -1687,69 \text{ J}$

4. Calcul du travail dans le cas d'une transformation isotherme irréversible C—A

1 pt $W_{C \rightarrow A \text{ irrév}} = -P_{\text{final}}(V_A - V_C) \quad P_{\text{final}} = P_C = 2 \text{ atm}$

1 pt $W_{C \rightarrow A \text{ irrév}} = -2,1,013 \cdot 10^5 (12 \cdot 10^{-3} - 24 \cdot 10^{-3}) = 2431,2 \text{ J}$

Exercice N°3



1. L'enthalpie de la réaction ΔH_R^0 :

0,5 pt $\Delta H_R^0 = \sum \Delta H_f^0 (\text{Produits}) - \sum \Delta H_f^0 (\text{Réactifs})$

0,75 pt $\Delta H_R^0 = \Delta H_f^0 (\text{CO}_2)_g + 2\Delta H_f^0 (\text{H}_2\text{O})_l - \Delta H_f^0 (\text{CH}_3\text{OH})_l - \frac{3}{2} \Delta H_f^0 (\text{O}_2)_g$

1,25 pt $\Delta H_R^0 = -394 + 2(-285,2) - (-238,7) - 0 \quad \Delta H_R^0 = -725,7 \text{ kJ/mol}$

2. La quantité de chaleur à volume constant : $Q_V = \Delta U$

0,5 pt $\Delta H_R^0 = \Delta U + \Delta n_{(g)}RT \quad \Delta U = \Delta H_R^0 - \Delta n_{(g)}RT$

0,5 pt $\Delta n_{(g)} = \sum (n_{(g)} \text{Produits}) - \sum (n_{(g)} \text{Réactifs})$

0,5 pt $\Delta n_{(g)} = 1 - \frac{3}{2} = \frac{2}{2} - \frac{3}{2} = \frac{-1}{2} \text{ mol}$

$$\Delta U = \Delta H_R^0 - \Delta n_{(g)}RT$$

1 pt $\Delta U = -725,7 - \left(\frac{-1}{2}\right) \cdot 8,314 \cdot 10^{-3} \cdot 298 \quad \Delta U = Q_V = -724,46 \text{ kJ}$