

Examen de rattrapage de Chimie 2

Exercice 1 (04 points):

Soit une masse de 80g de mélange gazeux d'azote (N₂) et de méthane (CH₄), formée de 31,14% en poids d'azote et occupant un volume de 0,995 litres à 150°C.

1. Calculer la pression totale du mélange gazeux.
2. Calculer les pressions partielles de chacun des gaz.

Données: M(H)= 1g.mol⁻¹; M(C) = 12g.mol⁻¹; M(N)= 14g.mol⁻¹; R= 0,082 l.atm.K⁻¹.mol⁻¹.

Exercice 2 (08 points):

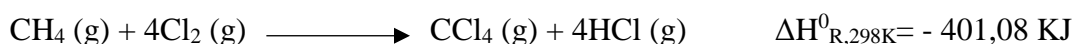
Une mole d'un gaz supposé parfait, initialement à l'état A caractérisé par P_A= 2,5 atm, V_A= 10,5 L et T_A= 320 K, subit les transformations réversibles suivantes:

- A → B: Une détente isobare qui double son volume (V_B= 2V_A) jusqu'à atteindre une température T_B= 640 K;
- B→ C: Une compression isotherme qui le ramène à son volume initial;
- C →A: Un refroidissement isochore qui le ramène à l'état initial.
 1. Déterminer la valeur de P_C.
 2. Représenter le cycle de transformations sur le diagramme de Clapeyron.
 3. Calculer le travail W, Q, ΔU, ΔH et ΔS correspondants à chaque transformation.

Données: R = 8,31 J.mol⁻¹.K⁻¹ ; γ= 1,4; C_p =29,09 J.mol⁻¹.K⁻¹, C_v = 20,8 J.mol⁻¹.K⁻¹.

Exercice 3 (04 points):

On obtient le tétrachlorure de carbone (CCl₄) à partir du méthane et du chlore selon la réaction suivante:



1. L'enthalpie à 25°C, est-elle endothermique ou exothermique? Justifier.
2. Calculer l'enthalpie de la réaction à T= 500 K.
3. Calculer l'énergie de liaison C-Cl.

Données: C_p (CCl_{4,g})_{298K}= 83,51 J.mol⁻¹K⁻¹, C_p (HCl,g)_{298K}= 29,12 J.mol⁻¹K⁻¹, C_p (CH_{4,g})_{298K}= 35,71 J.mol⁻¹K⁻¹, C_p (Cl_{2,g})_{298K}= 33,93 J.mol⁻¹K⁻¹, ΔH⁰_{sub} (C,s) = 716,7 KJ.mol⁻¹, ΔH⁰ (Cl-Cl) = -242,6 KJ.mol⁻¹, ΔH⁰_f (CCl_{4,g})= -106,48 kJ.mol⁻¹.

Exercice 4 (04 points):

Il faut fournir 7,3 Kcal pour transformer 10 g de glace à -20°C en vapeur d'eau à 100°C. Calculer la chaleur massique de vaporisation de l'eau.

Données: ΔH_{fusion} (glace) = 80 cal.g⁻¹, T_{fusion}= 273K; C_p (eau liquide)= 1 cal.g⁻¹.K⁻¹; C_p (glace)= 0,5 cal.g⁻¹.K⁻¹.

Exercice 1 (04 points):

$$m_{\text{mélange}} = 80 \text{ g (N}_2\text{+CH}_4\text{)}$$

1- Calcul de la pression totale du mélange :

0,25pt $P_{\text{tot}} \cdot V_{\text{tot}} = n_{\text{mélange}} \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{\text{tot}} = \frac{n_{\text{mélange}} \cdot R \cdot T}{V_{\text{tot}}}$ **0,25pt**

Avec $n_{\text{tot}} = n_{\text{N}_2} + n_{\text{CH}_4}$ **0,25pt** et $n_{\text{N}_2} = \frac{m_{\text{N}_2}}{M_{\text{N}_2}}$ **0,25pt** et $n_{\text{CH}_4} = \frac{m_{\text{CH}_4}}{M_{\text{CH}_4}}$ **0,25pt**

0,25pt $m_{\text{N}_2} = 0,3114 \times m_{\text{mélange}} = 80 \times 0,3114 = 24,912 \text{ g}$ **$m_{\text{N}_2} = 24,912 \text{ g}$** **0,25pt**

0,25pt $m_{\text{CH}_4} = m_{\text{mélange}} - m_{\text{N}_2} = 80 - 24,912 = 55,088 \text{ g}$ **$m_{\text{CH}_4} = 55,088 \text{ g}$** **0,25pt**

De ce fait : $n_{\text{N}_2} = \frac{24,912}{28} = 0,889 \text{ mol}$ **$n_{\text{N}_2} = 0,889 \text{ mol}$** **0,25pt**

Et $n_{\text{CH}_4} = \frac{55,088}{16} = 3,443 \text{ mol}$ **$n_{\text{CH}_4} = 3,443 \text{ mol}$** **0,25pt**

$P_{\text{tot}} = \frac{(n_{\text{N}_2} + n_{\text{CH}_4}) \times R \times T}{V_{\text{tot}}} = \frac{(0,889 + 3,443) \times 0,082 \times 423}{0,995}$ **$P_{\text{tot}} = 151 \text{ atm}$** **0,25pt**

2- Calcul des pressions partielles des gaz N₂ et CH₄ :

Nous avons : $P_i = x_i \times P_{\text{tot}}$ **0,25pt**

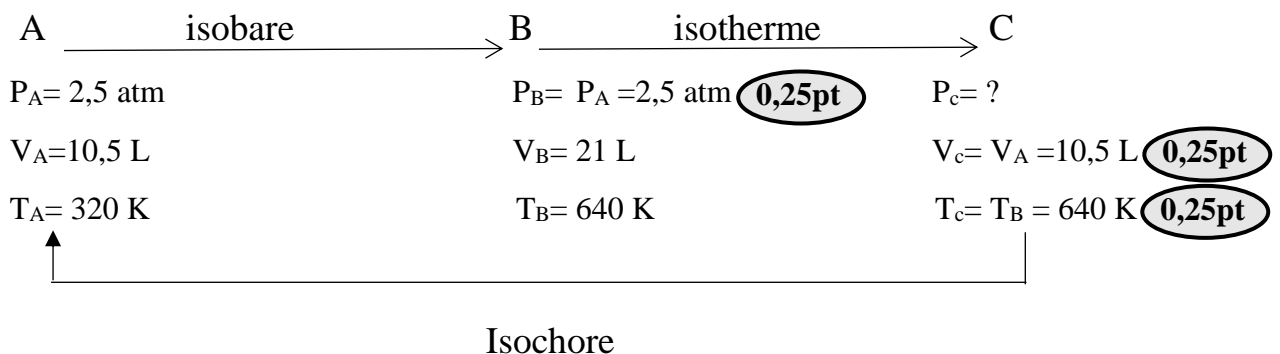
$P_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} \times P_{\text{tot}} = \left(\frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{CH}_4}} \right) \times P_{\text{tot}}$ et $P_{\text{CH}_4} = x_{\text{CH}_4} \times P_{\text{tot}} = \left(\frac{n_{\text{CH}_4}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{CH}_4}} \right) \times P_{\text{tot}}$ **0,25pt**

A.N : $P_{\text{N}_2} = \left(\frac{0,889}{0,889 + 3,443} \right) \times 151$ **$P_{\text{N}_2} = 31 \text{ atm}$** **0,25pt**

$P_{\text{CH}_4} = \left(\frac{3,443}{0,889 + 3,443} \right) \times 151$ **$P_{\text{CH}_4} = 120 \text{ atm}$** **0,25pt**

Exercice 2 (8 points):

1- Détermination de P_c

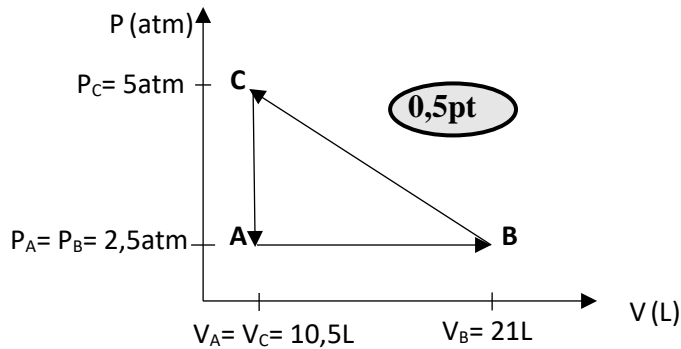


De B vers C : une compression isotherme, donc : $P_B V_B = P_C V_C$ (0,25pt)

$$P_C = \frac{P_B V_B}{V_C} = \frac{2,5 \times 42}{21} \text{ (0,25pt)} \quad P_C = 5 \text{ atm (0,25pt)}$$

Ou : $P_C V_C = nRT_C \rightarrow P_C = nRT_C / V_C = 1 \times 0,082 \times 640 / 10,5 \rightarrow P_C = 5 \text{ atm}$

2- Représentation sur le diagramme de Clapeyron



3- Calcul de W, Q, ΔU, ΔH et ΔS pour chaque transformation

• Pour la transformation A — B (isobare)

$$(0,25pt) W_{AB} = -P (V_B - V_A) = -2,5 \times 1,013 \times 10^5 * (21 \times 10^{-3} - 10,5 \times 10^{-3})$$

$$W_{AB} = -2,659 \text{ kJ (0,25pt)}$$

$$(0,25pt) Q_{AB} = Q_p = \Delta H_{AB} = n C_p \Delta T = n C_p (T_B - T_A) = 1 \times 29,09 \times (640 - 320)$$

$$Q_{AB} = \Delta H_{AB} = 9.308 \text{ kJ (0,25pt)} \quad (0,25pt)$$

$$(0,25pt) \Delta U_{AB} = n C_v \Delta T = n C_v (T_B - T_A) = 1 \times 20,8 \times (640 - 320)$$

$$\Delta U_{AB} = 6,656 \text{ kJ (0,25pt)}$$

$$(0,25pt) \Delta S_{AB} = n C_p \ln \left(\frac{T_B}{T_A} \right) = 1 \times 29,09 \times \ln \left(\frac{640}{320} \right) \quad \Delta S_{AB} = 20,16 \text{ JK}^{-1} \text{ (0,25pt)}$$

• Pour la transformation B — C (isotherme)

$$\Delta U_{BC} = 0 \text{ J (0,25pt)} \quad \text{et} \quad \Delta H_{BC} = 0 \text{ J (0,25pt)}$$

$$(0,25pt) W_{BC} = -nRT \ln \left(\frac{V_C}{V_B} \right) = -1 \times 8,31 \times 640 \ln \left(\frac{10,5}{21} \right) \quad W_{BC} = 3,686 \text{ kJ (0,25pt)}$$

Sachant que : $\Delta U_{BC} = W_{BC} + Q_{BC}$ et $\Delta U_{BC} = 0$ (0,25pt) donc $-W_{BC} = Q_{BC}$ (0,25pt)

$$Q_{BC} = -3,686 \text{ kJ (0,25pt)}$$

$$(0,25pt) \Delta S_{BC} = nR \ln \left(\frac{V_C}{V_B} \right) = 1 \times 8,31 \times \ln \left(\frac{10,5}{21} \right) \quad \Delta S_{BC} = -5,76 \text{ J.K}^{-1} \text{ (0,25pt)}$$

• Pour la transformation C — A (isochore)

$$W_{CA} = 0 \text{ J (dV=0)} \text{ (0,25pt)}$$

$$\textcircled{0,25\text{pt}} Q_{CA} = Q_V = \Delta U_{CA} = n C_V \Delta T = n C_V (T_A - T_C) = 1 \times 20,8 \times (320 - 640)$$

$$Q_{CA} = -6,656 \text{ kJ} = \Delta U_{CA} \textcircled{0,25\text{pt}}$$

$$\Delta H_{CA} = n C_P \Delta T = n C_P (T_A - T_C) = 1 \times 29,09 \times (320 - 640)$$

$$\Delta H_{CA} = -9,308 \text{ kJ} \textcircled{0,25\text{pt}}$$

$$\textcircled{0,25\text{pt}} \Delta S_{CA} = n C_V \ln \left(\frac{T_A}{T_C} \right) = 1 \times 20,8 \times \ln \left(\frac{320}{640} \right)$$

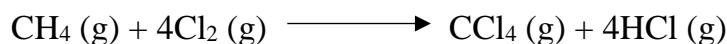
$$\Delta S_{CA} = -14,41 \text{ J.K}^{-1} \textcircled{0,25\text{pt}}$$

Exercice 3 (4 points):

0,25pt

1- L'enthalpie de la réaction à 25 °C est exothermique parce que $\Delta H_{R(298)} < 0$ **0,25pt**

2- Calcul de l'enthalpie de la réaction à T= 500 K :



D'après la loi de Kirchhoff :

$$\Delta H^0_{R(T)} = \Delta H^0_{R(298)} + \int_{298}^T \Delta C_p dT \textcircled{0,5\text{pt}}$$

avec $\Delta C_p = \sum n_i C_p (\text{produits}) - \sum n_i C_p (\text{réactifs})$ **0,5pt**

$$\Delta C_p = C_p (\text{CCl}_4, \text{g}) + 4C_p (\text{HCl}, \text{g}) - C_p (\text{CH}_4, \text{g}) - 4C_p (\text{Cl}_2, \text{g}) \textcircled{0,25\text{pt}}$$

$$\Delta C_p = 83,51 + 4(29,12) - 35,71 - 4(33,93)$$

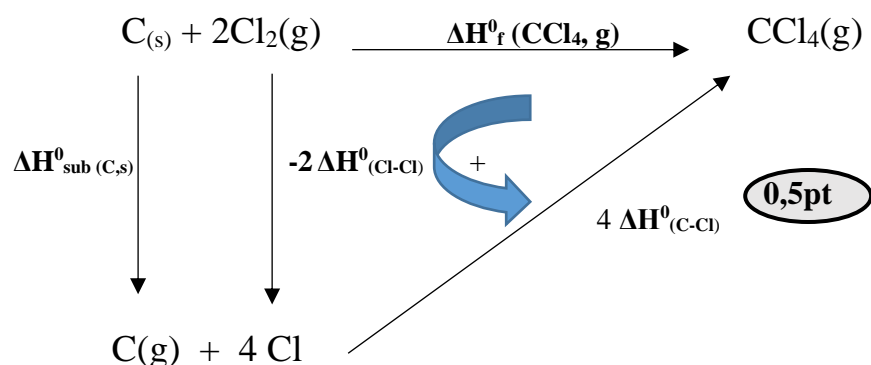
$$\Delta C_p = 28,56 \text{ J.K}^{-1} \textcircled{0,25\text{pt}}$$

$$\Delta H^0_{R(500)} = -401,08 \times 10^3 + 28,56 \times (500 - 298)$$

$$\Delta H^0_{R(500)} = -395,31 \text{ KJ} \textcircled{0,5\text{pt}}$$

3- Calcul de l'énergie de liaison C-Cl

On réalise le cycle thermochimique suivant :



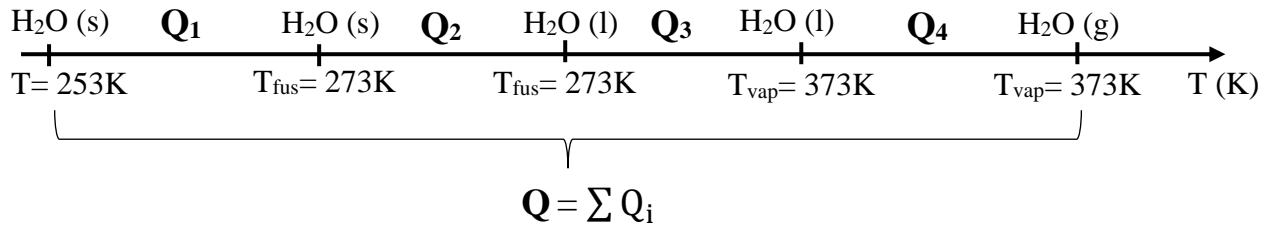
Selon le cycle de Hess : $\sum \Delta H (\text{Cycle}) = 0$

$$\Delta H^0_{\text{sub}} (\text{C}, \text{s}) - 2 \Delta H^0_{(\text{Cl-Cl})} + 4 \Delta H^0_{(\text{C-Cl})} - \Delta H^0_f (\text{CCl}_4, \text{g}) = 0 \textcircled{0,5\text{pt}}$$

$$\Delta H^0_{(C-Cl)} = [\Delta H^0_f(\text{CCl}_4, \text{g}) - \Delta H^0_{\text{sub}}(\text{C}, \text{s}) + 2 \Delta H^0_{(Cl-Cl)}] / 4 \quad (0,25\text{pt})$$

$$\Delta H^0_{(C-Cl)} = [-106,5 - 716,7 + 2(-242,6)] / 4 \rightarrow \Delta H^0_{(C-Cl)} = -327,1 \text{ kJ/mol} \quad (0,25\text{pt})$$

Exercise 4 (4points):



$$(0,5\text{pt}) \quad Q_1 = m C_p(\text{Glace}) (T_{\text{fus}} - T) = 10 \times 0,5 \times (273 - 353) = 100 \text{ cal} \rightarrow Q_1 = 100 \text{ cal} \quad (0,25\text{pt})$$

$$(0,5\text{pt}) \quad Q_2 = m \Delta H_{\text{fus}} = 10 \times 80 = 800 \text{ cal} \rightarrow Q_2 = 800 \text{ cal} \quad (0,25\text{pt})$$

$$(0,5\text{pt}) \quad Q_3 = m C_p(\text{Eau liquide}) (T_{\text{vap}} - T_{\text{fus}}) = 10 \times 1 \times (373 - 273) = 1000 \text{ cal} \rightarrow Q_3 = 1000 \text{ cal} \quad (0,25\text{pt})$$

$$Q_4 = m \Delta H_{\text{vap}} \quad (0,5\text{pt})$$

$$(0,5\text{pt}) \quad Q = \sum Q_i \rightarrow Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \rightarrow Q_4 = Q - (Q_1 + Q_2 + Q_3) \quad (0,25\text{pt})$$

$$Q_4 = 7300 - (100 + 800 + 1000) \rightarrow Q_4 = 5400 \text{ cal} \quad (0,25\text{pt})$$

$$\text{Avec } Q_4 = m \Delta H_{\text{vap}} \rightarrow \Delta H_{\text{vap}} = Q_4 / m = 5400 / 10 \rightarrow \Delta H_{\text{vap}} = 540 \text{ cal.g}^{-1} \quad (0,25\text{pt})$$