

EXAMEN SEMESTRIEL DE CHIMIE II

Question de cours : (3 points)

- Énoncer le premier principe de la thermodynamique. (0,75)
- Donner la relation de Mayer reliant C_p et C_v pour un gaz parfait. (0,75)
- Dans quel cas on parle de réaction endothermique et de réaction exothermique ? (0,75)
- Énoncer la loi de Kirchhoff applicable à la thermochimie et donner sa formule. (0,75)

Exercice 1 (6 points)

- 1) On met en contact 20g de cuivre à 120°C, 30g de plomb à 50°C et 15g d'aluminium à (-40 °C).
- Quelle est la température d'équilibre du système ?

On donne la chaleur spécifique du cuivre: $390 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$; chaleur spécifique du plomb: $120 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
et chaleur spécifique de l'aluminium: $900 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

- 2) Dans un calorimètre vide, à $T_1 = 15,5^\circ\text{C}$. On verse une masse d'eau $m_e = 90\text{g}$ d'eau à $T_2 = 25^\circ\text{C}$.
La température d'équilibre vaut $T_{eq} = 24,5^\circ\text{C}$.

- Calculer la valeur en eau μ du calorimètre.

- 3) Un calorimètre contient une masse $m_1 = 250\text{g}$ d'eau. La température initiale de l'ensemble est $T_1 = 18^\circ\text{C}$. On ajoute une masse $m_2 = 300\text{g}$ d'eau à la température $T_2 = 80^\circ\text{C}$. On mesure la température d'équilibre thermique $T_{eq} = 50^\circ\text{C}$.

- Déterminer la capacité thermique C du calorimètre. Chaleur massique de l'eau : $4185 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Exercice 2 (7 points)

On considère une mole de NO (gaz) supposé parfait, à qui on fait subir les transformations successives suivantes :

- Une compression isotherme réversible d'un état initial (1) à un état (2).
- Une détente adiabatique réversible de l'état (2) à l'état (3).
- Un chauffage isobare qui la ramène à l'état initial.

- 1) Calculer V_1 , V_2 , V_3 , T_2 et T_3 , Si $P_1 = 2 \text{ atm} = P_3$; $P_2 = 10 \text{ atm}$ et $T_1 = 300 \text{ K}$.

- 2) Représenter le cycle de transformation dans un diagramme de Clapeyron.

- 3) Calculer (en joules) le travail (W), la quantité de chaleur (Q), ΔU et ΔH , échangé par le système au cours de chaque transformation et au cours du cycle.

Données : $C_v = \frac{3R}{2}$; $C_p = \frac{5R}{2}$; $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ l.atm.K}^{-1}\text{mol}^{-1}$; $\gamma = 1,66$

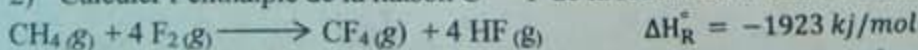
Exercice 3 (4 points)

- 1) Soit la réaction de combustion suivante : $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4(\text{s}) + 7/2 \text{ O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4 \text{ CO}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$

- Calculer l'enthalpie de formation ΔH_f° du $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$.

Données: $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O l}) = -284 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2 \text{g}) = -393 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_{\text{Combustion}}^\circ(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4 \text{s}) = -1488 \text{ kJ/mol}$

- 2) Calculer l'enthalpie de la liaison C—F de la réaction suivante, à la température de 25°C :



Données: $\Delta H_f^\circ(\text{C-H}) = -412,6 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(\text{H-F}) = -562,6 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(\text{F-F}) = -153 \text{ kJ/mol}$

NB : * Ecrivez votre NOM et PRENOM (S) en FRANÇAIS ainsi que votre GROUPE.

* La calculatrice du Smartphone est strictement interdite.

Corrigé de l'examen SII de Chimie

Reponses:

- 1) Un système évolue d'un état ① à ② en recevant une quantité de chaleur Q et un travail W ; le bilan d'énergie s'écrit: $\Delta U = W + Q$. (0,76)
- 2) Relation de Mayer $C_p - C_v = R$ ou $C_p = C_v + R$ (0,76)
- 3) Lorsque $\Delta H_r^\circ < 0$ la R^{ox} est exothermique
" $\Delta H_r^\circ > 0$ " " Endothermique (0,76)
- 4) Loi de Kirchhoff permet d'exprimer l'enthalpie molaire de R^{ox} à température T_2 connaissant celle à T_1 .
La Formule: $\Delta H_{r,T}^\circ = \Delta H_{r,T_1}^\circ + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT$. (0,76)

Exo: 01

1) a) \Rightarrow thermique $\Rightarrow \sum Q = 0$ (0,5)

$$Q_{Cu} + Q_{Pb} + Q_{Zn} = 0$$

$$m_{Cu} C_{Cu} (T_{eq} - T_1) + m_{Pb} C_{Pb} (T_{eq} - T_2) + m_{Zn} C_{Zn} (T_{eq} - T_3) = 0$$

$$T_{eq} = \frac{m_{Cu} C_{Cu} T_1 + m_{Pb} C_{Pb} T_2 + m_{Zn} C_{Zn} T_3}{m_{Cu} C_{Cu} + m_{Pb} C_{Pb} + m_{Zn} C_{Zn}}$$

$$T_{eq} = \frac{20 \cdot 390 \cdot (120 + 273) + 30 \cdot 120 \cdot (50 + 273) + 15 \cdot 900 \cdot (-40 + 273)}{20 \cdot 390 + 30 \cdot 120 + 15 \cdot 900}$$

$$T_{eq} = 296,13 \text{ K} = 23,13^\circ \text{C}$$

12

$$\Sigma Q = 0 \quad \text{a} \Rightarrow \text{Therm'yle}$$

$$Q_{\text{regu}} + Q_{\text{perdu}} = 0$$

$$Q_{\text{regu}} = Q_{\text{eau}} = \mu c_{\text{eau}} (T_f - T_1)$$

$$Q_{\text{perdu}} = Q_{\text{air}} = m_2 c_{\text{air}} (T_f - T_2)$$

$$\mu c_{\text{eau}} (T_f - T_1) + m_2 c_{\text{air}} (T_f - T_2) = 0 \Rightarrow \mu = \frac{m_2 c_{\text{air}} (T_f - T_2)}{c_{\text{eau}} (T_1 - T_f)}$$

$$\mu = \frac{90 \cdot (25 - 24,5)}{(24,5 - 15,5)} = 5 \text{ g}$$

3]

$$\Sigma Q = 0$$

$$Q_{\text{regu}} = Q_{\text{air}} = (m_2 c_{\text{air}} + C) (T_{\text{eq}} - T_1)$$

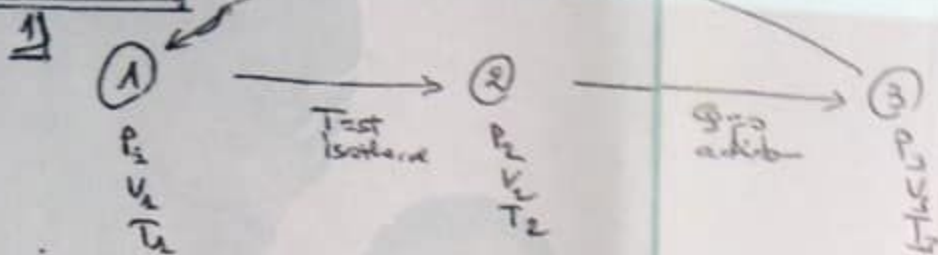
$$Q_{\text{perdu}} = Q_2 = m_2 c_{\text{air}} (T_{\text{eq}} - T_2)$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow (m_2 c_{\text{air}} + C) (T_{\text{eq}} - T_1) + m_2 c_{\text{air}} (T_{\text{eq}} - T_2) = 0$$

$$C = \frac{+m_2 c_{\text{air}} (T_{\text{eq}} - T_2)}{T_1 - T_{\text{eq}}} - m_2 c_{\text{air}}$$

$$C = \left(\frac{0,3 \cdot 4185 (60 - 80)}{18 + 60} \right) - (0,26 \cdot 4185) = 130,8 \text{ J/K}$$

Exo: 02



$$P_1 V_1 = n R T_1 \Rightarrow V_1 = \frac{n R T_1}{P_1} = \frac{1,032 \cdot 300}{2} = 153,6 \text{ l} \quad (0,25)$$

$$P_2 V_2 = n R T_2 \Rightarrow V_2 = \frac{n R T_2}{P_2} = \frac{1,032 \cdot 300}{10} = 30,72 \text{ l} \quad (0,25)$$

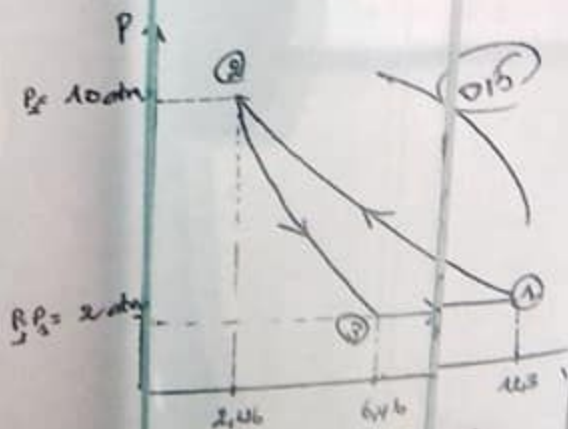
$$\text{Si } P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow V_2 = 30,72 \text{ l} \quad (0,25)$$

$$P_2 V_2 = P_2 V_3 \Rightarrow V_3 = \left(\frac{P_2}{P_3} \right) V_2 = \left(\frac{10}{2} \right) \cdot 30,72 = 153,6 \text{ l} \quad (0,25)$$

$$T_2 = T_1 = 300 \text{ K} \quad (0,25)$$

$$P_3 V_3 = n R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{P_3 V_3}{n R} = \frac{2 \cdot 153,6}{1,032} = 297,6 \text{ K} \quad (0,25)$$

2) Diagramme :



3) Transformation 1 → 2 isotherme

$$W_{1 \rightarrow 2} = - \int_{V_1}^{V_2} P dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{n R T}{V} dV = - n R T \ln \frac{V_2}{V_1} = - 1,032 \cdot 300 \ln \frac{30,72}{153,6} = 4012,32 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = -W_{1 \rightarrow 2} = -4012,32 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$\Delta U = 0 \quad (0,25)$$

Transformation ② → ③ adiabatique :

$$Q = 0 \quad W_{2 \rightarrow 3} = \frac{P_2 V_2 - P_3 V_3}{1 - \gamma}$$

$$\text{ou } W_{2 \rightarrow 3} = \Delta U = n C_V \Delta T = 1.3 \frac{R}{2} (T_3 - T_2) = 1.3 \frac{8.31}{2} (157.5 - 300) = -1776.26 \text{ J}$$

$$\Delta H_{3 \rightarrow 2} = n C_P \Delta T = 1.5 \frac{R}{2} (T_3 - T_2) = 1.5 \frac{8.31}{2} (157.5 - 300) = -2960.44 \text{ J}$$

Transformation ③ → ① isobare :

$$W_{3 \rightarrow 2} = - \int_{V_3}^{V_2} p \, dV = -p_1 (V_1 - V_3) = -2 (12.3 - 6.46) = -2 \cdot 1.013 (5.84 \cdot 10^{-2}) = -1183.18 \text{ J}$$

$$\Delta U_{3 \rightarrow 2} = n C_V \Delta T = n C_V (T_1 - T_3) = 1.3 \frac{R}{2} (T_1 - T_3) = 1.3 \frac{8.31}{2} (142.4 - 300) = 1775.01 \text{ J}$$

$$\Delta H_{3 \rightarrow 2} = n C_P \Delta T = n C_P (T_1 - T_3) = 1.5 \frac{R}{2} (T_1 - T_3) = 1.5 \frac{8.31}{2} (142.4 - 300) = 2958.36 \text{ J}$$

$$Q = \Delta U - W = 2958.19 \text{ J}$$

~~Le cycle :~~

$$\Delta U_{\text{cycle}} = 0$$

$$\Delta H_{\text{cycle}} = 0$$

$$W_{\text{cycle}} = W_{1 \rightarrow 2} + W_{2 \rightarrow 3} + W_{3 \rightarrow 1} = -1776.26 + (-1183.18) + 4012.32 = 1052.9 \text{ J}$$

$$Q_{\text{cycle}} = -W_{\text{cycle}} = -1052.9 \text{ J}$$

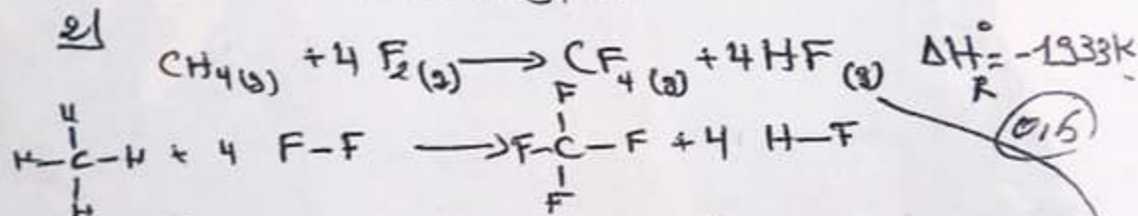
Exon: 03 4pts

1) $\Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}) = ??$

Loi de Hess : $\Delta H_R^\circ = \sum_i \Delta H_f^\circ(\text{Produits}) - \sum_j \Delta H_f^\circ(\text{Réactifs})$

$$\Delta H_R^\circ = 4 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 3 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}) - \frac{7}{2} \Delta H_f^\circ(\text{O}_2) = 0$$

$$\begin{aligned} \Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}) &= 4 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 3 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_R^\circ \\ &= 4(-393) + 3(-284) - (-1488) \\ &= -1220 \text{ kJ/mol} \\ &= -936 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$



$$\Delta H_R^\circ = \sum \Delta H_{\text{liaison de produits}} - \sum \Delta H_{\text{liaison de réactifs}}$$

$$\Delta H_R^\circ = (4 \Delta H_{\text{H-F}} + 4 \Delta H_{\text{C-F}}) - (4 \Delta H_{\text{C-H}} + 4 \Delta H_{\text{F-F}})$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{C-F}} &= \frac{\Delta H_R^\circ - 4 \Delta H_{\text{H-F}} + 4 \Delta H_{\text{C-H}} + 4 \Delta H_{\text{F-F}}}{4} \\ &= \frac{-1933 - 4(-562,6) + 4(-412,6) + 4(-153)}{4} \end{aligned}$$

$$\Delta H_{\text{C-F}} = -483,75 \text{ kJ/mol}$$