

Examen final Chimie II

Exercice 1 (9 pts) :

Un moteur fonctionne par compression et détente d'un gaz parfait dans un cylindre selon le cycle constitué de quatre transformations.

1→2 : Compression isotherme réversible jusqu'au volume $V_2 = 10\text{L}$.

2→3 : Echauffement isobare réversible, le volume en fin d'échauffement est égal à $V_3 = 30\text{L}$.

3→4 : Détente adiabatique réversible qui le ramène au volume initial V_1 .

4→1 : Refroidissement isochore réversible.

- 1- Calculer ; n , P_2 , T_3 , P_4 et T_4
- 2- Représenter le cycle dans le diagramme (P , V).
- 3- Calculer pour chaque étape ; Q , W , ΔU et ΔH .
- 4- Calculer ΔU_{cycle} , ΔH_{cycle} , W_{cycle} et Q_{cycle} .

Données : $V_1 = 60\text{L}$; $P_1 = 1,00\text{ atm}$; $T_1 = 300\text{K}$; $\gamma = 1,4$; $R = 8,31\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $R = 0,082\text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Exercice 2 (5,5 pts) :

A- Un calorimètre de capacité thermique $C = 150\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ contient une masse $m_1 = 200\text{g}$ d'eau à la température initiale $T_1 = 70^\circ\text{C}$. On y place un glaçon de masse $m_2 = 80\text{g}$ sortant du congélateur à la température $T_2 = -23^\circ\text{C}$.

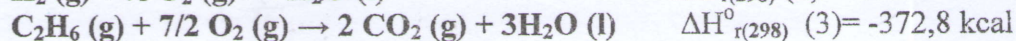
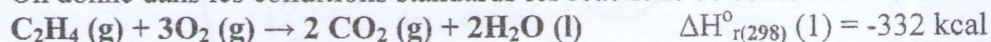
On suppose que la glace fond totalement, déterminer la température d'équilibre.

B- Calculer la quantité de chaleur Q nécessaire pour transformer une masse $m_1 = 150\text{g}$ de glace à une température $T_1 = -15^\circ\text{C}$ en eau liquide à une température $T_2 = 70^\circ\text{C}$

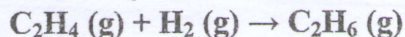
Données : $C_p(\text{eau liquide}) = 4,185\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $C_p(\text{glace}) = 2,09\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $L_{\text{fusion}} = 334\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$

Exercice 3 (5,5 pts) :

On donne dans les conditions standards les réactions de combustion suivantes :

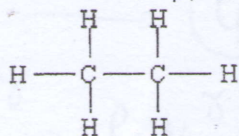


- 1- Déterminer la chaleur standard $\Delta H_{\text{r}}^\circ$ de la réaction suivante :



- 2- Calculer la chaleur de la formation de $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$.
- 3- En utilisant le cycle de Hess, déterminer la chaleur de formation de la liaison C-C dans la molécule $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$.
- 4- En utilisant la loi de Kirchoff, déterminer la valeur de l'enthalpie de réaction à 300°C .

Données : $\Delta H_{\text{sub}}^\circ(\text{C})_{\text{s}} = 171,2\text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_{298}^\circ(\text{H-H}) = -104\text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_{298}^\circ(\text{C-H}) = -99,5\text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_{\text{f}}^\circ(\text{C}_2\text{H}_4)_{\text{g}} = 8,04\text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; $C_p(\text{H}_2)_{\text{g}} = 28,82\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $C_p(\text{C}_2\text{H}_4)_{\text{g}} = 43,56\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $C_p(\text{C}_2\text{H}_6)_{\text{g}} = 52,63\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; la formule développée de C_2H_6 :



corrigé de l'examen de chimie II

EX01: 9pts:

1) Détermination de n , T_3 , P_2 , P_4 et T_4 .

① \longrightarrow ② isotherme

$$P_1 V_1 = nRT_1 \Rightarrow n = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{60 \times 1}{0,082 \times 300}$$

$$n = 2,44 \text{ mol}$$

② \longrightarrow ③ isobare

$$* P_2 = \frac{nRT_2}{V_2} = \frac{2,44 \times 0,082 \times 300}{10} = 6 \text{ atm}$$

ou bien

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{60 \times 1}{10}$$

$$P_2 = 6 \text{ atm}$$

$$* \frac{T_2}{V_2} = \frac{T_3}{V_3} \Rightarrow T_3 = \frac{T_2 V_3}{V_2} = \frac{300 \times 30}{10} = 900 \text{ K}$$

$$T_3 = 900 \text{ K}$$

③ \longrightarrow ④ adiabatique

$$P_3 V_3^\gamma = P_4 V_4^\gamma \Rightarrow P_4 = \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^\gamma \times P_3 = \frac{6 \times 30}{60} = 2,27 \text{ atm}$$

$$P_4 = 2,27 \text{ atm}$$

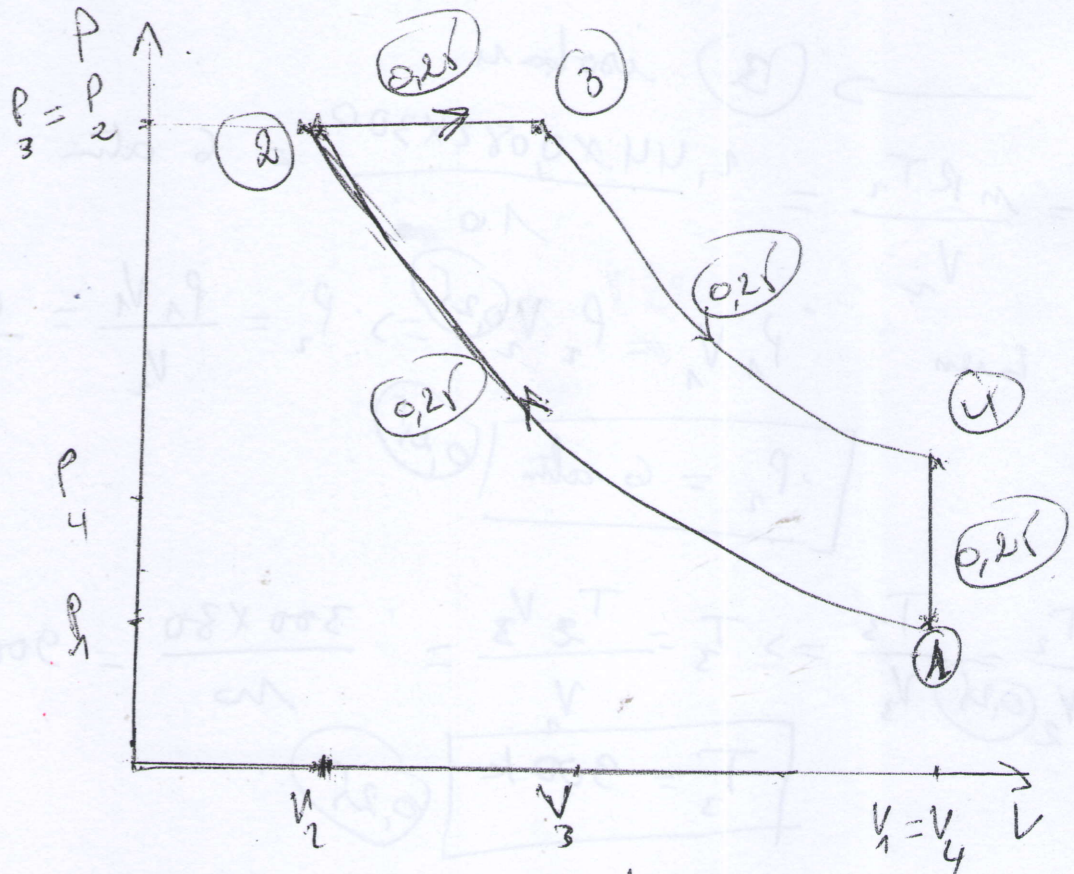
$$* P_4 V_4 = nR T_4 \Rightarrow T_4 = \frac{P_4 V_4}{nR} = \frac{2,27 \times 60}{2,44 \times 9082} = 680,72 \text{ K} \approx 681 \text{ K}$$

$$\boxed{T_4 = 681 \text{ K}}$$

ou bien $\frac{T_1}{P_1} = \frac{T_4}{P_4} \Rightarrow T_4 = \frac{T_1 P_4}{P_1} = \frac{300 \times 2,27}{1} = 681 \text{ K}$

$$\boxed{T_4 = 681 \text{ K}} \quad (0,25)$$

e) diagramme (P, V)



3. Détermination de Q , w , ΔU et ΔH

$$(1) \rightarrow (2) \quad \Delta U = n c_v \Delta T = \frac{nR}{\gamma - 1} \Delta T \quad (0,25)$$

$$\boxed{\Delta U = 0} \quad (0,25)$$

$$\Delta H = n c_p \Delta T = \frac{n \gamma R}{\gamma - 1} \Delta T \quad (0,25)$$

$$\boxed{\Delta H = 0} \quad (0,25)$$

$$w_{1-2} = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 2,44 \times 8,31 \times 300 \ln \frac{10}{60}$$

$$w_{1-2} = 10899,12 \text{ J} \quad \Delta u = \varphi + w \Rightarrow \varphi = -w$$

$$\varphi_{1-2} = -w = -10899,12 \text{ J}$$

② → ③

$$\Delta u = \varphi + w$$

$$\Delta u_{2-3} = n c_V \Delta T = \frac{R}{\gamma-1} (T_3 - T_2) = \frac{2,44 \times 8,31}{1,4-1} (900-300)$$

$$\Delta u_{2-3} = 30414,6 \text{ J}$$

$$\varphi_{2-3} = n c_P \Delta T = \frac{n \gamma R}{\gamma-1} \Delta T = \frac{2,44 \times 4,1 \times 8,31}{1,4-1} (900-300)$$

$$\varphi_{2-3} = 42580,44$$

$$\Delta H_{2-3} = 42580,44$$

$$w_{2-3} = -P \Delta V = -6 \times 1,013 (30 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3})$$

$$w_{2-3} = -121,56 \times 10^2 \text{ J}$$

* ③ → ④

$$\varphi_{3-4} = 0$$

$$\Delta u_{3-4} = w_{3-4} = \frac{-P_4 V_4 - P_3 V_3}{\gamma-1} = \frac{2,27 \times 1,013 \times 10^5 \times 6 \times 10^{-3} - 6 \times 1,013 \times 10^5 \times 30 \times 10^{-3}}{0,4}$$

$$\Delta U_{3-4} = w_{3-4} = -11092,35 \text{ J}$$

ou bien

$$\Delta U_{3-4} = w_{3-4} = m c_V \Delta T = -11101,329 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$\Delta H_{3-4} = \gamma \Delta U = -15541,86 \text{ J} \quad (0,25)$$

④ → ①

$$w_{4-1} = 0 \quad (0,25)$$

$$\Delta U = \Phi_V = m c_V \Delta T = 2,44 \times \frac{8,31}{0,4} (300 - 681)$$

$$\Phi_{4-1} = -19313,271 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$\Delta H_{4-1} = \gamma \Delta U = -27038,57 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$4) w_{\text{cycle}} = 10899,12 - 12196 - 11101,329 + 0$$

$$w_{\text{cycle}} = -12358,209 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$\Phi_{\text{cycle}} = -10899,12 + 42589,44 + 0 - 19313,271$$

$$\Phi_{\text{cycle}} = 12368,04 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$\Delta U_{\text{cycle}} = 0 \quad (0,25)$$

$$\Delta H_{\text{cycle}} = 0 \quad (0,25)$$

Exercice 2: (5,5)

1) $T_1 = 70^\circ\text{C} > T_2 = -23^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{cedée}} = (C + m_1 c_p (\text{eau liquide})) (T_{\text{eq}} - T_1) \quad (0,5)$$

$$Q_{\text{reçue}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = m_2 c_{p, \text{glace}} (T_{\text{fus}} - T_2) \quad (0,25)$$

$$Q_2 = m_2 L_{\text{fusion}} \quad (0,25)$$

$$Q_3 = m_2 c_{p, \text{glace}} (T_{\text{eq}} - T_{\text{fus}}) \quad (0,25)$$

$$Q_{\text{reçue}} = m_2 c_{p, \text{glace}} (T_{\text{fus}} - T_2) + m_2 L_{\text{fus}} + m_2 c_{p, \text{eau}} (T_{\text{eq}} - T_{\text{fus}}) \quad (0,25)$$

Le bilan thermique à l'équilibre: $Q_{\text{cedée}} + Q_{\text{reçue}} = 0$ (0,25)

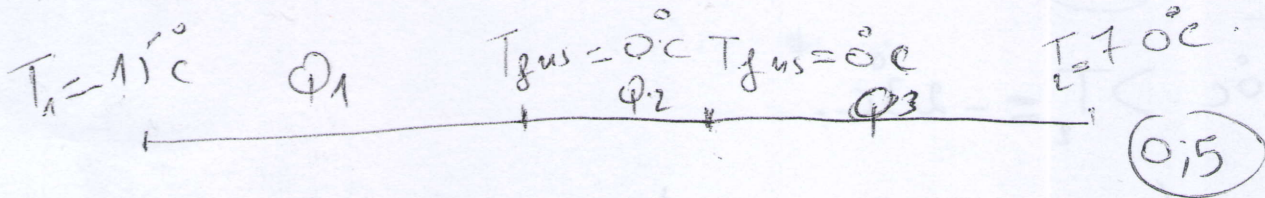
$$(C + m_1 c_{p, \text{eau}}) (T_{\text{eq}} - T_1) + m_2 c_{p, \text{glace}} (T_{\text{fus}} - T_2) +$$

$$m_2 L_{\text{fus}} + m_2 c_{p, \text{eau}} (T_{\text{eq}} - T_{\text{fus}}) = 0 \quad (0,5)$$

$$T_{\text{eq}} = \frac{CT_1 + (m_1 T_1 + m_2 T_{\text{fusion}}) c_{p, \text{eau}} - m_2 c_{p, \text{glace}} (T_{\text{fus}} - T_2) - m_2 L_{\text{fus}}}{C + (m_1 + m_2) c_{p, \text{eau}}}$$

$$T_{\text{eq}} = 29,15^\circ\text{C} \quad (0,75)$$

2)



$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (0,25)$$

$$Q_1 = m_1 c_p (\text{glace}) (T_{\text{fus}} - T_1) = 150 \times 2,09 (273 - 258)$$

$$Q_1 = 4702,1 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_2 = m_1 L_{\text{fus}} = 150 \times 334 = 50100 \text{ J} \cdot e$$

$$Q_2 = 50100 \text{ J} \quad (0,25)$$

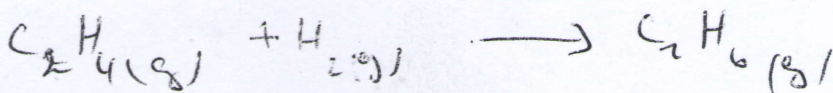
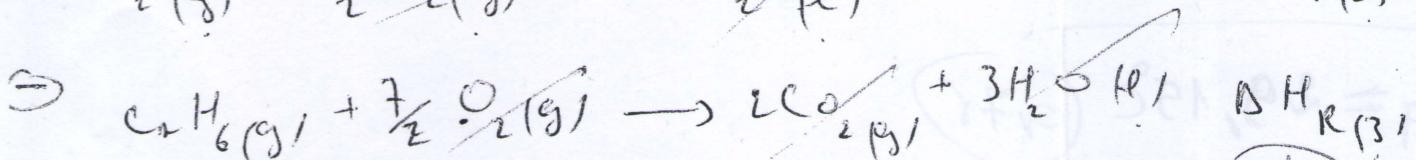
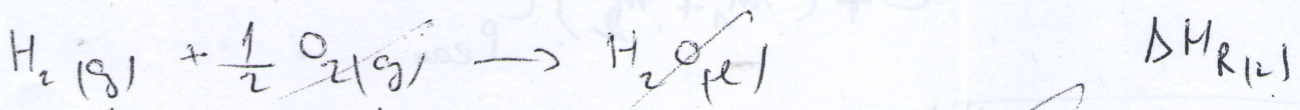
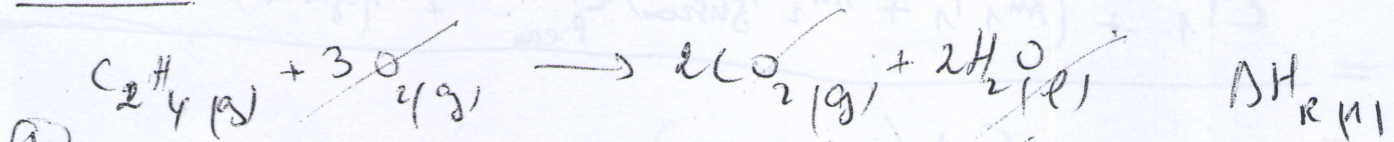
$$Q_3 = m_1 c_{p, \text{eau}} (T_2 - T_{\text{fus}}) = 15 \times 4,185 (343 - 273)$$

$$Q_3 = 43942,5 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q = 4702,1 + 50100 + 43942,1 = 98744,2 \text{ J}$$

$$Q = 98,74 \text{ kJ} \quad (0,25)$$

EX 03: 5,5



(0,5)

(6)

$$\Delta H_R^\circ = \Delta H_{R(1)}^\circ + \Delta H_{R(2)}^\circ - \Delta H_{R(3)}^\circ \quad (0,5)$$

$$= -332 - 68,3 - (-372,8)$$

$$\Delta H_R^\circ = -27,5 \text{ kcal} \quad (0,5)$$

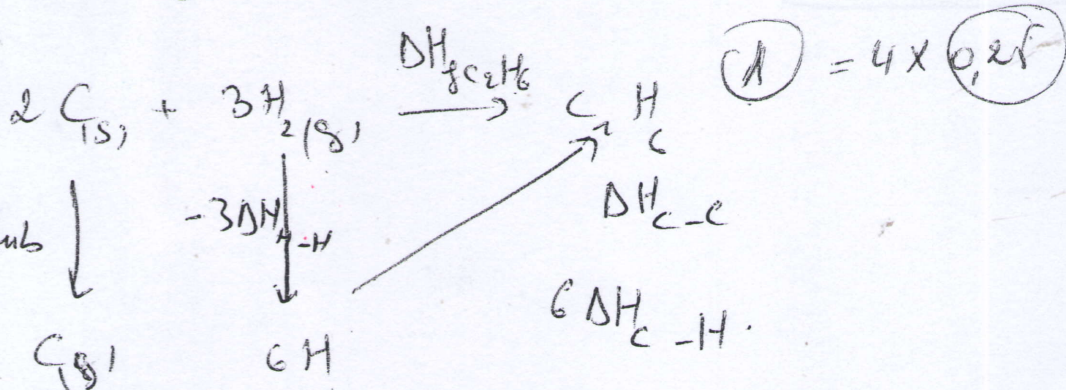
$$2) \Delta H_{f, g} C_2H_6 = \sum m \Delta H_{f, g} \text{ produits} - \sum n \Delta H_{f, g} \text{ reactifs}$$

$$\Delta H_{f, g} C_2H_6 = 1 \Delta H_{f, g} C_2H_6 - 1 \Delta H_{f, g} C_2H_4 - 1 \Delta H_{f, g} H_2 \quad (0,5)$$

$$= -27,5 + 8,04 = -19,46 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{f, g} C_2H_6 = -19,46 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (0,5)$$

$$3) \Delta H_{c-c}$$



$$\sum \Delta H = 0$$

$$\Delta H_{f, g} C_2H_6 - \Delta H_{c-c} - 6 \Delta H_{c-H} + 3 \Delta H_{H-H} - 2 \Delta H_{sub} \quad (0,5)$$

$$\Rightarrow \Delta H_{c-c} = \Delta H_{f, g} C_2H_6 - 6 \Delta H_{c-H} - 2 \Delta H_{sub} + 3 \Delta H_{H-H} \quad (0,25)$$

$$\Delta H_{c-c} = -19,46 + 6 \times 99,5 - 2 \times 171,2 + (3 \times 104) \quad (0,25)$$

$$\Delta H_{c-c} = -76,86 \text{ kcal/mol} \quad (0,25)$$