

Examen de Chimie 2

Exercice 1 (09 points)

Un moteur à gaz parfait fonctionne selon le cycle suivant :

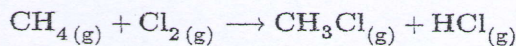
- * État 1 \rightarrow état 2 : Compression adiabatique réversible avec $T_2 = 278,8 \text{ K}$ et $P_2 = 10,098 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
- * État 2 \rightarrow état 3 : Détente isotherme réversible.
- * État 3 \rightarrow état 1 : Refroidissement isochore.

1. Calculer le volume V_2 et la pression P_3 .
2. Représenter le cycle sur le diagramme de Clapeyron (P, V)
3. Exprimer puis calculer les grandeurs W , Q , ΔU , ΔH et ΔS pour chaque transformation et pour l'ensemble du cycle.
4. Calculer le rendement du cycle (ρ).

On donne : $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1,4$; $n = 0,0368 \text{ mol}$; $P_1 = 10^5 \text{ Pa}$; $T_1 = 144 \text{ K}$; $V_1 = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$.

Exercice 2 (06 points)

Soit la réaction suivante à 298 K :



1. Calculer son enthalpie standard de réaction ΔH_r^0 à 298 K.
2. Calculer l'énergie de la liaison C-H ($E_{\text{C-H}}$) à 298 K.
3. Calculer l'enthalpie molaire standard de sublimation du carbone $\Delta H_{\text{sub}}^0(\text{C})$ à 298 K.

On donne : (à 298 K)

- * Les enthalpies molaires standard de formation de $\text{CH}_4(\text{g})$, $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g})$ et $\text{HCl}(\text{g})$ sont respectivement égales à $-17,9 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$, $-20 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $-22 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- * Les énergies de liaison Cl-Cl, C-Cl, H-Cl et H-H sont respectivement égales à $-58 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$, $-78 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$, $-103 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $-104 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$.

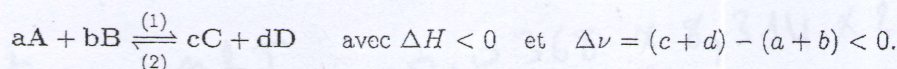
Exercice 3 (05 points)

1. Soit les équilibres chimiques suivants :



Donner pour chaque équilibre chimique, les expressions de K_C et K_P .

2. Soit l'équilibre chimique homogène gazeux suivant :



Dans quel sens (1) ou (2) évoluera cet équilibre (en justifiant votre réponse) si :

- (a) On ajoute un des réactifs.
- (b) On ajoute un des produits.
- (c) On élève la température.
- (d) On élève la pression.

corrigé de l'examen final.

de chimie 2. (2017/2018).

Exercice (1) (09 pts)

Etat 1 adiabatique $P=cst$ Etat 2 isotherme $T=cst$ Etat 3 isochore $V=cst$ Etat 4

$$P_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 4,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T_1 = 144 \text{ K}$$

$$P_2 = 10,098 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_2 = 278,8 \text{ K}$$

$$P_3 = ?$$

$$V_3 = V_1$$

$$T_3 = T_2$$

$$P_4$$

$$V_4$$

$$T_4$$

1) calcul de V_2 et P_3

① \rightarrow ② adiabatique

$$P_1 V_1^\gamma = cst \Rightarrow P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \quad (0,25)$$

$$V_2 = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}} V_1 = \left(\frac{10^5}{10,098 \times 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}} \times 4,4 \times 10^{-4}$$

$$\boxed{V_2 = 8,44 \times 10^{-5} \text{ m}^3} \quad (0,25)$$

$$\text{ou bien } V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} = \frac{0,0368 \times 8,314 \times 278,8}{10,098 \times 10^5}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_2 = 8,44 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$

①

② → ③ isotherme

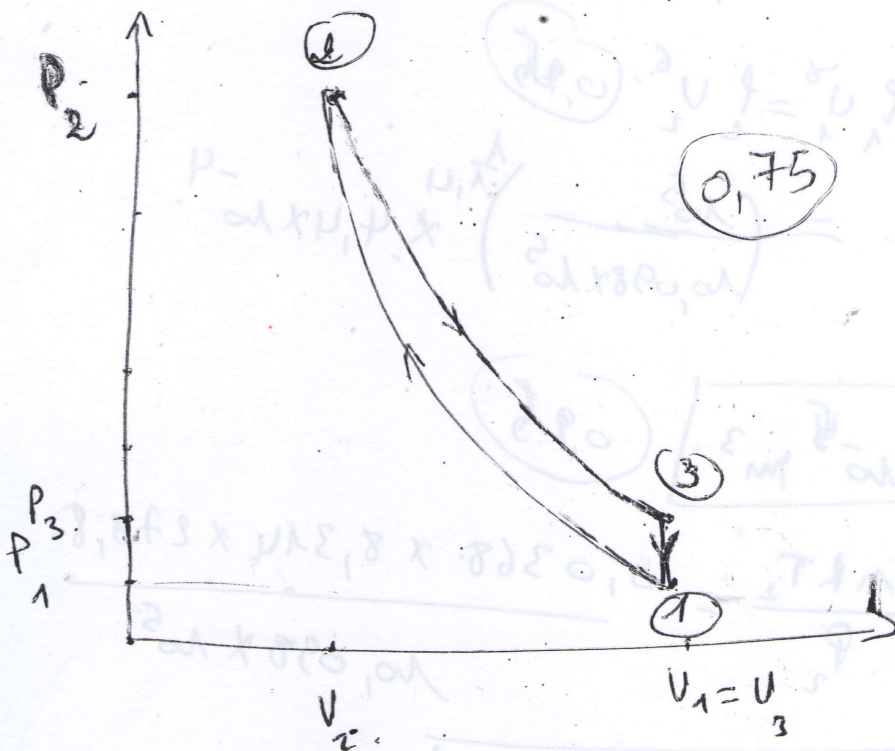
$$P_2 V_2 = P_3 V_3 \Rightarrow P_3 = \frac{P_2 V_2}{V_3} = \frac{10,098 \times 10^5 \times 8,44 \times 10^{-5}}{4,4 \times 10^{-4}}$$

$$P_3 = 1,93 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

ou bien $P_3 = \frac{nRT_3}{V_3} = \frac{0,0368 \times 8,314 \times 278,8}{4,4 \times 10^{-4}}$

$$P_3 = 1,93 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

e) Diagramme P.V.:



3) calcul de ΔU , Q , w , ΔH et ΔS .

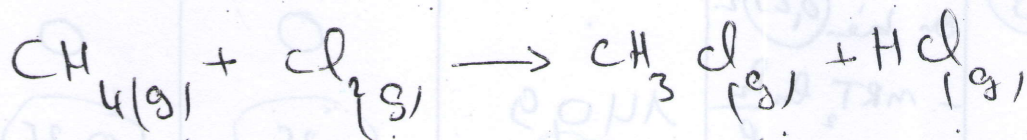
	w (J)	Q (J)	ΔU (J)	ΔH (J)	ΔS (J/K)
<p>① → ②</p> <p>adiabatique</p>	$\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1}$ <p>ou bien</p> $\frac{nR}{\gamma - 1} (T_2 - T_1)$ <p>103,1</p>	<p>0</p>	$\Delta U_{1-2} = w_{1-2}$ <p>103,1</p>	$\gamma \Delta U$ <p>ou bien</p> $\frac{n\gamma R}{\gamma - 1} (T_2 - T_1)$ <p>144,34</p>	<p>0</p>
<p>② → ③</p> <p>isotherme</p>	$-nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_2}$ <p>ou bien</p> $-nRT_2 \ln \frac{P_2}{P_3}$ <p>-140,9</p>	$Q_{2-3} = -w_{2-3}$ <p>140,9</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	$\frac{Q_{2-3}}{T_2}$ <p>ou bien</p> $nR \ln \frac{P_2}{P_3}$ <p>0,505</p>
<p>③ → ①</p> <p>isochore</p>	<p>0</p>	$\frac{nR}{\gamma - 1} (T_1 - T_3)$ <p>-103,1</p>	$\Delta U_{3-1} = Q_{3-1}$ <p>103,1</p>	$\gamma \Delta U$ <p>144,34</p>	$\frac{nR}{\gamma - 1} \ln T$ <p>-0,505</p>
<p>cycle</p>	<p>-37,8</p>	<p>37,8</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>0</p>

4) Rendement du cycle :

$$\eta = \frac{w_{\text{cycle}}}{P_{\text{cycle}}} = \frac{37,8}{149} = 0,268$$

$$\eta = 0,268 \quad (26,8\%) \quad (0,25)$$

Exo 2: (6 pts)



$$\Delta H_r^\circ = \sum \nu_i \Delta H_f^\circ \text{ produits} - \sum \nu_i \Delta H_f^\circ \text{ réactifs}$$

$$\Delta H_r^\circ = (1 \times \Delta H_f^\circ \text{ CH}_3\text{Cl}(g) + 1 \times \Delta H_f^\circ \text{ HCl}(g)) - (\Delta H_f^\circ \text{ CH}_4(g) + 1 \times \Delta H_f^\circ \text{ Cl}_2(g))$$

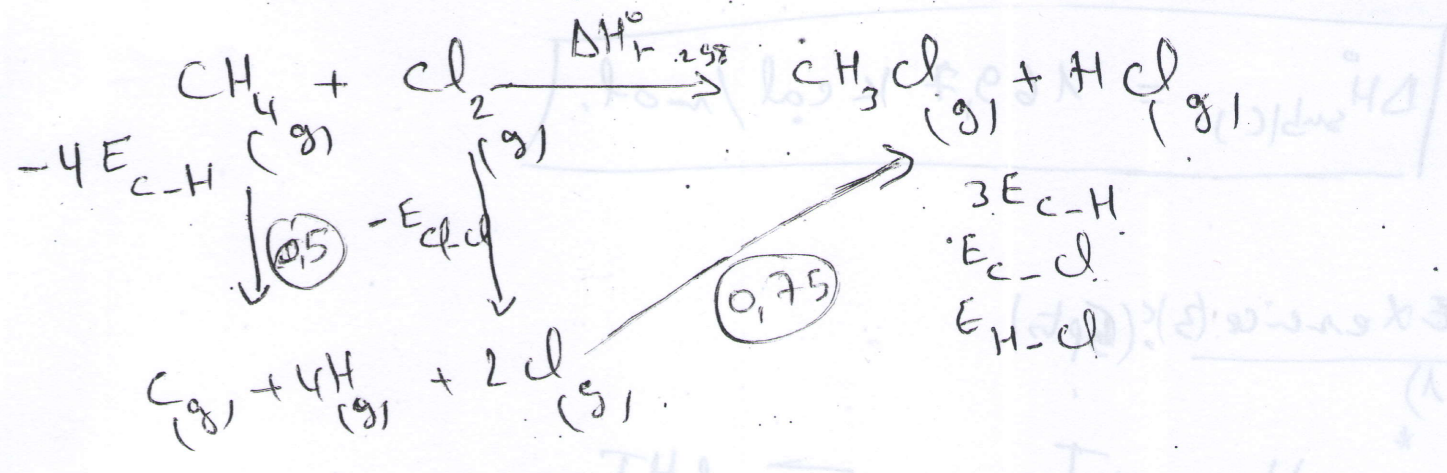
$$\Delta H_r^\circ = -20 - 22 + 17,9$$

$$\Delta H_r^\circ = -24,1 \text{ kcal} \quad (0,5)$$

$\Delta H_r^\circ < 0 \Rightarrow$ la réaction est exothermique (0,25)

2) calcul de l'énergie de liaison C-H. à 298K.

E_{liaison} ou $\Delta H_{\text{liaison}}$



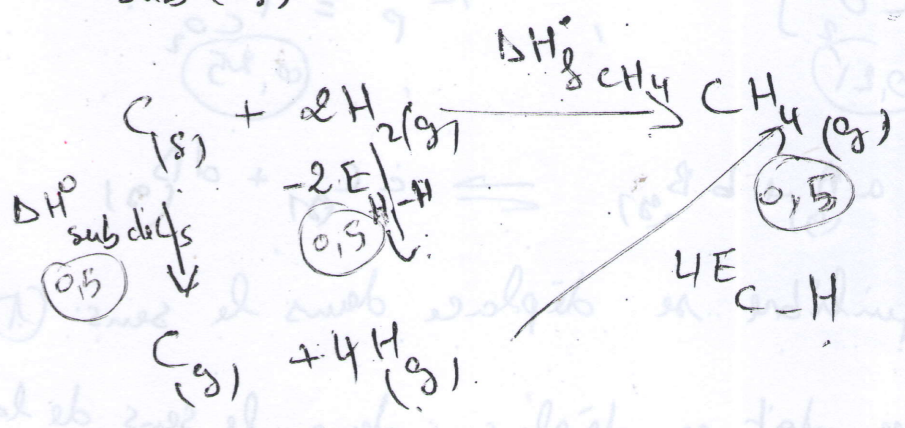
$$\Delta H_r^\circ = -4E_{\text{C-H}} - E_{\text{Cl-Cl}} + 3E_{\text{C-H}} + E_{\text{C-Cl}} + E_{\text{H-Cl}}$$

$$E_{\text{C-H}} = -\Delta H_r^\circ - E_{\text{Cl-Cl}} + E_{\text{C-Cl}} + E_{\text{H-Cl}}$$

$$E_{\text{C-H}} = 24,1 + 58 - 78 - 103 = -98,9 \text{ kcal/mol.}$$

$$E_{\text{C-H}} = -98,9 \text{ kcal/mol.} \quad (0,5)$$

3) calcul de $\Delta H_{\text{sub}}(\text{C}_s)$



$$\Delta H_{\text{f}}^\circ \text{CH}_4 = \Delta H_{\text{sub}}^\circ(\text{C}) - 2E_{\text{H-H}} + 4E_{\text{C-H}} \quad (0,5)$$

$$\Delta H_{\text{sub}}^\circ(\text{C}) = +\Delta H_{\text{f}}^\circ \text{CH}_4 + 2E_{\text{H-H}} - 4E_{\text{C-H}} \quad (0,5)$$

b) l'équilibre se déplace dans le sens (2) dans le sens de la consommation du produit raffiné (0,5)

ou bien

$$\frac{[E]^e \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = K(T) = \text{cst} \Rightarrow$$

↑ diminution
↓ augmentation

l'équilibre se déplace dans le sens de la disparition du produit raffiné sens (2)

c) l'équilibre se déplace dans le sens (2) car l'équilibre se déplace dans le sens endothermique, lorsqu'on élève la température et comme la réaction est exothermique $\Delta H < 0$ donc l'équilibre se déplace dans le sens (2) (0,5)

d) l'équilibre se déplace dans le sens (1) (0,5) car lorsqu'on élève la pression l'équilibre se déplace dans le sens à diminuer la pression (diminution de nombre de moles des gaz) $\Delta \nu_{\text{gaz}} < 0$ (0,5)