Faculté de Technologie
Département ST (1ère année)
Durée : 1h30min

جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

2021/2022

Examen de chimie II

Exercice 1 : (10 points)

Un moteur à gaz parfait fonctionne selon le cycle suivant :

- une compression adiabatique réversible de l'état 1 à l'état 2 avec T_2=278,8K et P_2= 10,098 $.10^5$ Pa
- une détente isotherme réversible de l'état 2 à l'état 3
- un refroidissement isochore de l'état 3 à l'état 1.

1- Calculer le volume V_2 et la pression P_3
2- Tracer le cycle suivi par le gaz dans un diagramme de Clapeyron (P, V). S'agit-il d'un cycle moteur ? Justifier votre réponse.
3- Calculer ΔU, ΔH, Q, W et ΔS au cours des trois transformations.
4- Calculer le travail et la quantité de chaleur au cours du cycle. Commenter le résultat.
5- Calculer ΔU, ΔH et ΔS au cours du cycle. Commenter le résultat.
6- Calculer le rendement de cette machine.

Données : V_1= 4,4 $.10^{-4}$ m³ ; T_1=144 K ; P_1= 10^5 Pa ; γ=1,4 ; n=0,0368 mol ;
R= 0,082 L. atm. mol^{-1} K^{-1} = 8,314 J. mol^{-1} K^{-1}, c_p=29,09 $J.mol^{-1}.K^{-1}$, c_v=20,78 $J.mol^{-1}.K^{-1}$.

Exercice 2 : (6points)

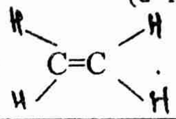
Connaissant les chaleurs de combustion de C_2H_4 gazeux ΔH^o_{298}= -1387,4 KJ.

1- Équilibrer la réaction de combustion de C_2H_4.

$$C_2H_{4(g)} + \ldots O_{2(g)} \rightarrow \ldots CO_{2(g)} + \ldots H_2O_{(liq)}$$

2- Déduire l'enthalpie standard de formation de C_2H_4.
3- À partir de la réaction de formation de C_2H_4 déduire l'énergie de la liaison H-H.
4- Calculer à 353K, l'enthalpie de combustion de C_2H_4.

Données : $\Delta H^0_{(C=C)}$= -614 $KJ.mol^{-1}$, $\Delta H^0_{(C-H)}$= -410,9 $KJ.mol^{-1}$, $\Delta H^0_{Sub(C)}$= +718,4 $KJ.mol^{-1}$

Formule développée de C_2H_4 :  .

Composé	CO_2(g)	C_2H_4(g)	O_2(g)	H_2O(l)
ΔH_f^o($KJ.mol^{-1}$)	-392,5	---	0	-285,8
C_p ($J.K^{-1}.mol^{-1}$)	46,82	43.73	29,26	75,24

Exercice 3: (04 points)

Dans un calorimètre contenant 50 grammes d'eau à 80°C, on plonge un bloc de cuivre de 100 grammes porté à une température de 0°C. La chaleur massique de l'eau c_{eau} est de 4180 J. $Kg^{-1}.K^{-1}$ et la capacité calorifique du calorimètre est négligeable. Déterminer La chaleur massique c_{Cu} du cuivre sachant que le système atteint une température d'équilibre de Teq=67°C?

corrigé de l'examen de chimie II.

Exo 1 : (10 points)

$$① \xrightarrow{\text{adiabatique}} ② \xrightarrow{\text{isotherme}} ③ \xrightarrow{\text{isochore}} ①$$

①	②	③	①
$T_1 = 144\,K$.	$T_2 = 278{,}8\,K$.	$T_3 = T_2 = 278{,}8\,K$.	T_1
$P_1 = 10^5\,Pa$.	$P_2 = 10{,}098 \times 10^5\,Pa$	$P_3 = ?$	P_1
$V_1 = 4{,}4 \times 10^{-4}\,m^3$	$V_2 = ?$.	$V_3 = V_1 = 4{,}4 \times 10^{-4}\,m^3$	V_1

$\gamma = 1{,}4$.

$n = 0{,}0368\,mol$

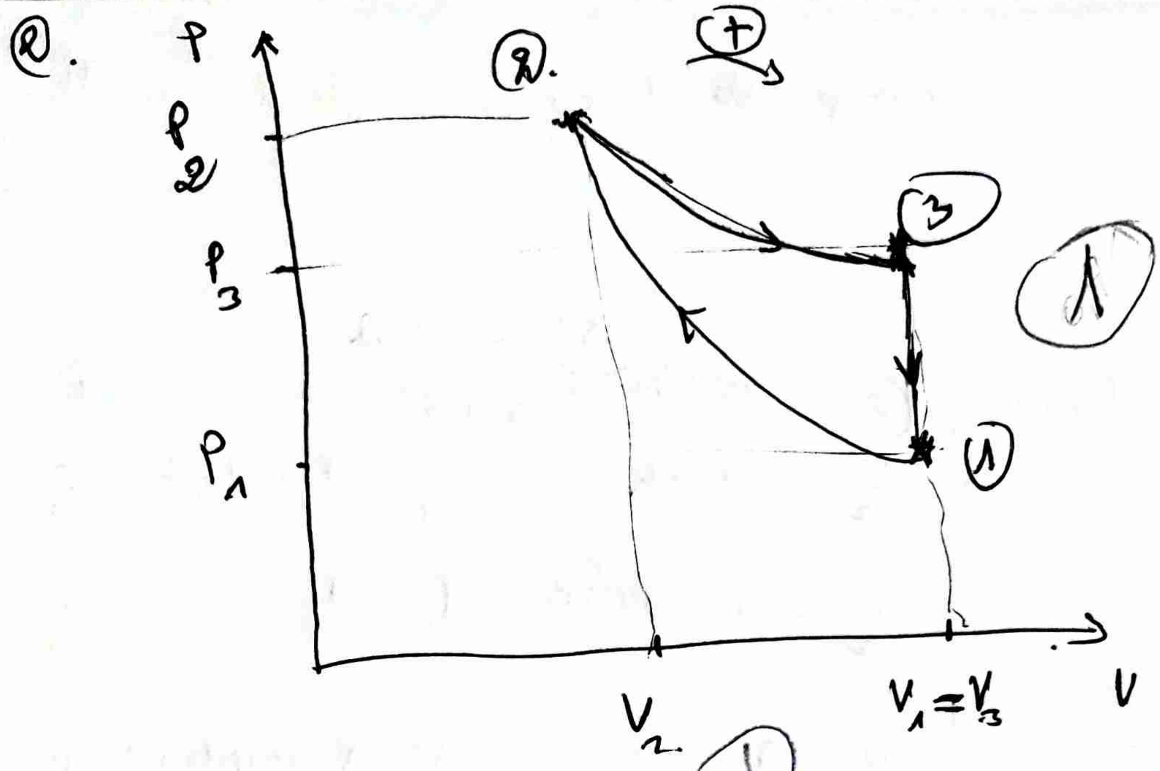
1) $V_2 = \dfrac{nRT_2}{P_2} = \dfrac{0{,}0368 \times 8{,}314 \times 278{,}8}{10{,}09 \times 10^5} = 8{,}45 \times 10^{-5}\,m^3$. 0,25

$$\boxed{V_2 = 8{,}45 \times 10^{-5}\,m^3}$$ 0,25

$P_3 = \dfrac{nRT_3}{V_3} = \dfrac{0{,}0368 \times 8{,}314 \times 278{,}8}{4{,}4 \times 10^{-4}} = 19{,}386 \times 10^4\,Pa$

$$\boxed{P_3 = 19{,}386 \times 10^4\,Pa}$$ 0,25

2.



1

* c'est un cycle moteur 0,25 puisque il suit le sens des éguille de la montre et $w_{cycle} < 0$. 0,25

3_ ΔU, ΔH, Q, w et ΔS.

$$1 \xrightarrow{Q=0} 2$$

$\Delta U = \cancel{Q}^{\,0} + w$ 0,25 $\boxed{Q = 0\,J}$ 0,25

$\Rightarrow \Delta U = w = n c_v \Delta T$ 0,25 $= n c_v (T_2 - T_1) = 0{,}0368 \times 20{,}78 (278{,}8 - 144)$

$\boxed{\Delta U = w = 103{,}082\,J}$ 0,25

$\Delta H = n c_p \Delta T$ 0,25 $= \gamma \Delta U = 0{,}0368 \times 29{,}09 (278{,}8 - 144)$

$= 144{,}305\,J$

$\boxed{\Delta H = 144{,}305\,J}$ 0,25

$\boxed{\Delta S = 0\,J.K^{-1}}$ $\rightarrow$ isentropique.

0,25

2.

② $\xrightarrow{T = cst}$ ③

$\boxed{\Delta U = 0}$ 0,25

$\boxed{\Delta H = 0}$ 0,25

$\cancel{\Delta U}^{0} = Q + W \Rightarrow Q = -W$.

$W = -\int P\,dV = -nRT \ln \frac{V_3}{V_2} = -0{,}0368 \times 8{,}314 \times 278{,}8 \ln \frac{4{,}4\times10^{-4}}{8{,}45\times10^{-5}}$ 0,25

$= 140{,}74\ J$.

$\boxed{W = -140{,}74\ J}$ 0,25

$\boxed{Q = +140{,}74\ J}$ 0,25

$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \int \frac{P\,dV}{T} = \int \frac{nR\cancel{T} \ln \frac{V_3}{V_2}}{\cancel{T}} = nR \ln \frac{V_3}{V_2}$ 0,25

$\Delta S = 0{,}0368 \times 8{,}314 \ln \frac{4{,}4\times10^{-4}}{8{,}45\times10^{-5}} = 0{,}504\ J \cdot K^{-1}$

$\boxed{\Delta S = 0{,}504\ J \cdot K^{-1}}$ 0,25

③ $\xrightarrow{V = cst}$ ①

$\boxed{W = 0\ J}$ 0,25

$\Delta U = Q + \cancel{W} \Rightarrow \Delta U = Q = Q_V = nC_V \Delta T = nC_V (T_1 - T_3)$ 0,25

$\Delta U = 0{,}0368 \times 20{,}78 (144 - 278{,}8) = -103{,}08\ J$.

$\boxed{\Delta U = -103{,}08\ J}$ 0,25

$\boxed{Q = -103{,}08\ J}$

* $\Delta H = \gamma \Delta U = n C_p \Delta T = 0{,}0368 \times 29{,}09(144-278{,}8)$.

$\boxed{\Delta H = -144{,}30 \, J}$ 0,2

* $\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \int \frac{n C_v \, dT}{T} = n C_v \ln \frac{T_1}{T_3}$ 0,2 $= 0{,}0368 \times 20{,}78 \times \ln \frac{144}{278{,}8} = -0{,}66$

$\boxed{\Delta S = -0{,}505 \, J.K^{-1}}$ 0,2

* ④ $Q_{cycle} = 0 + 140{,}74 - 103{,}08 = 37{,}66 \, J$ 0,2

$W_{cycle} = 103{,}082 + (-140{,}74) + 0 = -37{,}66 \, J.$ 0,2

$\left.\begin{array}{l} Q_{cycle} = 37{,}66 \, J \\ W_{cycle} = -37{,}66 \, J \end{array}\right\} \Rightarrow Q_{cycle} = -W_{cycle}$ 0,2 $\Rightarrow$ le principe d'équivalence est vérifié 0,2

* ⑤ $\Delta U_{cycle} = 103{,}082 + 0 - 103{,}082 = 0 \, J$ 0,2

$\Delta H_{cycle} = 144{,}30 + 0 - 144{,}30 = 0 \, J$ 0,2

$\Delta S_{cycle} = 0 + 0{,}504 - 0{,}504 = 0 \, J.K^{-1}$ 0,2

ΔS, ΔH, ΔU sont des fonctions d'états 0,2 et donc sont nulles au cours d'une transformation cyclique. 0,2

⑥ $\rho = \frac{-W_{cycle}}{Q_{reç}}$ 0,2 $= \frac{37{,}66}{140{,}74} = 0{,}2675$.

$\boxed{\rho = 26{,}75 \%}$ 0,2

1) $C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta H_{298}} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ (0,5)

2) $\Delta H_{f\,C_2H_4(g)}$ (0,5)

$$\Delta H^\circ_R = \sum \Delta H_{f\,produits} - \sum \Delta H_{f\,réactifs} = 2\Delta H_{f\,CO_2} + 2\Delta H_{f\,H_2O} - \Delta H_{f\,C_2H_4} - 3\Delta H^{0}_{f\,O_2}$$

$$\Delta H_{f\,C_2H_4} = 2\Delta H_{f\,CO_2} + 2\Delta H_{f\,H_2O} - \Delta H^\circ_R$$

$$= 2(-392,5) + 2(-285,8) + 1387,4$$

$$= -785 - 517,6 + 1387,4$$

$$= 30,8\ J\cdot mol^{-1}$$

$$\boxed{\Delta H_{f\,C_2H_4} = 30,8\ J\cdot mol^{-1}}$$ (0,5)

3) $2C_{(s)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_f} C_2H_{4(g)}$ (1)

ΔH_{sub} : $2C_{(s)} \rightarrow 2C_g$

$-2\Delta H_{H-H}$: $2H_{2(g)} \rightarrow 4H_{(g)}$

$\Delta H_{C=C}$, $4\Delta H_{C-H}$: $2C_g + 4H_{(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)}$

(0,5) $\sum_i \Delta H_i(cycle) = 0$

$$-2\Delta H_{su} + 2\Delta H_{H-H} - 4\Delta H_{C-H} - \Delta H_{C=C} + \Delta H^\circ_f = 0$$

$$\Rightarrow \Delta H_{H-H} = \frac{2\Delta H_{sub} + 4\Delta H_{C-H} + \Delta H_{C=C} - \Delta H^\circ_f}{2}$$ (0,5)

$$\Delta H_{H-H} = \frac{2\times 718,4 + 4(-410,9) + (-614) - 30,8}{2}$$

$$\boxed{\Delta H_{H-H} = -425,8\ J\cdot mol^{-1}}$$ (0,5)

4) $\Delta H^\circ_{353} = ?$

$$\Delta H^\circ_{R_{353}} = \Delta H^\circ_{298} + \int_{298}^{353} \Delta c_p \, dT = \Delta H^\circ_{298} + \Delta c_p \Delta T.$$ 0,5

$$\Delta c_p = \sum n c_{p\,produits} - \sum n c_{p\,réactifs}$$ 0,5

$$\Delta c_p = 2 \Delta c_{p\,H_2O(g)} + 2 \Delta c_{p\,CO_2(g)} - \Delta c_{p\,C_2H_4(g)} - 3 \Delta c_{p\,O_2(g)}$$

$$\Delta c_p = 2\times 75,24 + 2\times 46,82 - 43,73 - 3\times 29,26$$

$$= 112,61 \; J.K^{-1}$$

$$\boxed{\Delta c_p = 112,61 \; J.K^{-1}}$$ 0,5

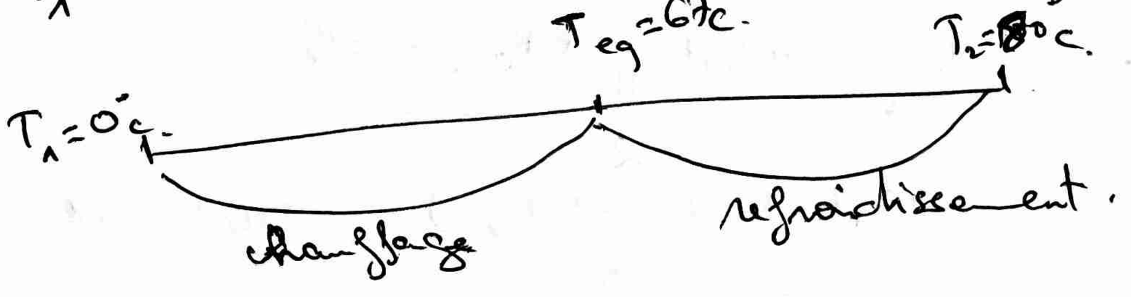
$$\Delta H^\circ_{353} = -1387,4 + 112,61\times 10^{-3}(353 - 298) = -1381,207 \; kJ.$$

$$\boxed{\Delta H^\circ_{353} = -1381,207 \; kJ}$$ 0,5

EXO 3 : (4 points)

$m_1 = 500 g$ $\quad$ $m_2 = 400 g$

$T_1 = 80^\circ c$ $\quad$ $T_2 = 0^\circ c$



0,5

$\sum \varphi_i = 0 \Rightarrow \varphi_{reç} + \varphi_{céd} = 0$ 0,5

$T_1 > T_2 \Rightarrow$ système 1 cède de la chaleur et système 2 reçoit de la chaleur.

0,5

$\Rightarrow \varphi_{céd} = \varphi_1 = \cancel{\varphi_{cal}} + \varphi_{eau} = m_{eau} c_{eau} \Delta T_1$

$= m_{eau} c_{eau} (T_{eq} - T_1)$ 0,5

$\varphi_{reç} = \varphi_2 = m_{cu} c_{cu} \Delta T_2 = m_{cu} c_{cu} (T_{eq} - T_2)$. 0,5

$\Rightarrow m_{cu} c_{cu} (T_{eq} - T_2) + m_{eau} c_{eau} (T_{eq} - T_1) = 0$ 0,5

$\Rightarrow c_{cu} = \dfrac{- m_{eau} c_{eau} (T_{eq} - T_1)}{m_{cu} (T_{eq} - T_2)} = \dfrac{50 \times 10^{-3} \times 4186 (67 - 80)}{100 \times 10^{-3} (67 - 0)}$ 0,5

$\boxed{c_{cu} = 405 \; J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$ 0,5