Faculté de Technologie
Département ST ($1^{ère}$ 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)

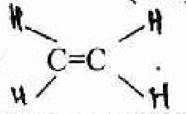
Connaissant les chaleurs de combustion de C_2H_4 gazeux ΔH^o_{298}= -1387,4 KJ.

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
$P_1 = 10^5\,Pa$	$P_2 = 10{,}09 \times 10^5\,Pa$	$P_3 = ?$	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

$\gamma = 1{,}4$

$n = 0{,}0368\,mol$ 0,25

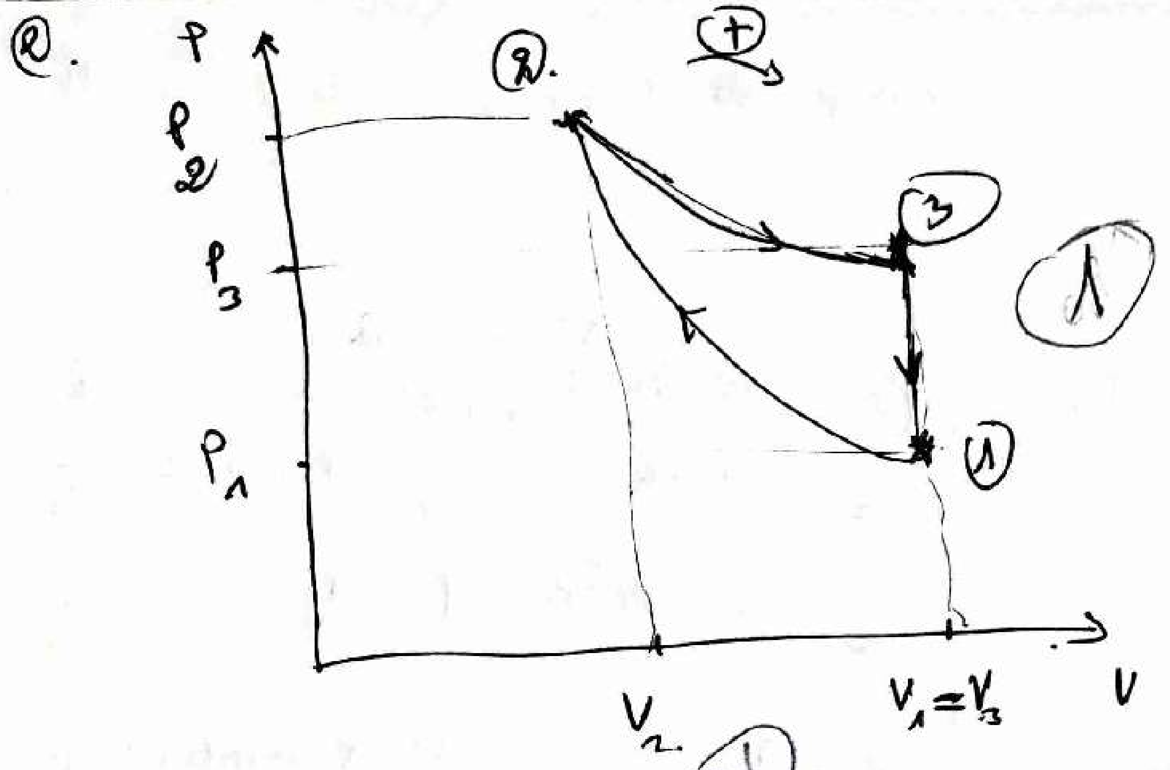
1) $V_2 = \dfrac{nRT_2}{P_2} = \dfrac{0{,}0368 \times 8{,}314 \times 278{,}8}{10{,}09 \times 10^5} = 8{,}45 \times 10^{-5}\,m^3$

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



* 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 $\quad \boxed{Q = 0\,J}$ 0,25

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

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

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

$= 144{,}305\,J$

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

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

0,25

$② \xrightarrow{T = cst} ③$

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

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

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

$W = -\int P\,dV = -nRT \ln \frac{V_3}{V_2} = -0{,}0368 \times 8{,}314 \times 278{,}8 \ln \frac{4{,}4\times 10^{-4}}{8{,}45\times 10^{-5}}$ (0,25)

$= 140{,}74\,J.$

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

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

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

$\Delta S = 0{,}0368 \times 8{,}314 \ln \frac{4{,}4\times 10^{-4}}{8{,}45\times 10^{-5}} = 0{,}504\,J.K^{-1}$

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

$③ \xrightarrow{V = cst} ①$

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

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

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

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

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

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

$$\boxed{\Delta H = -144{,}30 \text{ J}}$$ (0,25)

$\bullet\ \Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \int \frac{n c_v dT}{T} = n c_v \ln \frac{T_1}{T_3}$ (0,25) $= 0{,}0368 \times 20{,}78 \times \ln \frac{144}{278{,}8}$ $= -0{,}66$

$$\boxed{\Delta S = -0{,}505 \text{ J.K}^{-1}}$$ (0,25)

④ $Q_{cycle} = 0 + 140{,}74 - 103{,}08 = 37{,}66 \text{ J}$ (0,25)

$W_{cycle} = 103{,}082 + (-140{,}74) + 0 = -37{,}66 \text{ J}$. (0,25)

$Q_{cycle} = 37{,}66 \text{ J}$

$W_{cycle} = -37{,}66 \text{ J}$

$\Rightarrow Q_{cycle} = -W_{cycle}$ (0,25) $\Rightarrow$ le principe d'équivalence est vérifié (0,25)

⑤ $\Delta U_{cycle} = 103{,}082 + 0 - 103{,}082 = 0 \text{ J}$ (0,25)

$\Delta H_{cycle} = 144{,}305 + 0 - 144{,}305 = 0 \text{ J}$ (0,25)

$\Delta S_{cycle} = 0 + 0{,}504 - 0{,}504 = 0 \text{ J.K}^{-1}$ (0,25)

ΔS, ΔH, ΔU sont des fonctions d'états (0,25) et donc sont nulles au cours d'une transformation cyclique. (0,25)

⑥ $\rho = \frac{-W_{cycle}}{Q_{reç}}$ (0,25) $= \frac{37{,}66}{140{,}74} = 0{,}2675$.

$$\boxed{\rho = 26{,}75\ \%}$$ (0,25)

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

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

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

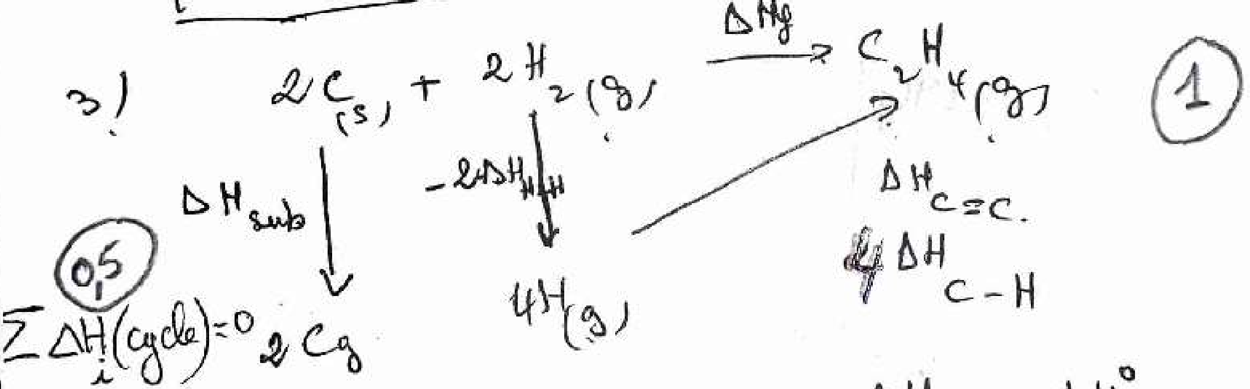
$\Delta H_{f\cdot C_2H_4} = 2\Delta H_{fCO_2} + 2\Delta H_{f_{H_2O}} - \Delta H^\circ_R$

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

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

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

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

3) 

$\Sigma \Delta H_i(cycle) = 0$

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

$\Rightarrow \Delta H_{H-H} = \dfrac{2\Delta H_{sub} + 4\Delta H_{C-H} + \Delta H_{C=C} - \Delta H_f^\circ}{2}$ 0,5

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

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

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

0,5

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

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

$$\Delta H^\circ_{353} = -1387,4 + 112,61\times10^{-3}(353-298) = -1381,207\ kJ.$$

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

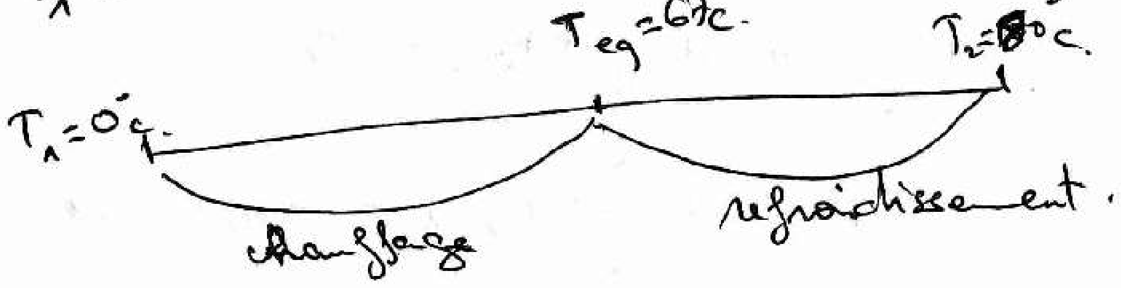
EXO 3 : (4 points)

$m_2 = 100g$.

$m_1 = 50g$.

$T_1 = 80°C$

$T_2 = 0°C$.



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.

$\Rightarrow \varphi_{céd} = \varphi_1 = \cancel{\varphi_{cal}} + \varphi_{eau} = m_{eau} c_{eau} \Delta T_1$ 0,5

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