

Examen de Thermodynamique (Chimie II)

Exercice 01: (14pts)

Une demi-mole d'air (0,5 mole), considéré comme gaz parfait, subit les transformations réversibles suivantes:

0₁ : AB : Une compression *isochore* amène le gaz de l'état A à l'état B.

BC : L'état C est atteint depuis l'état B par une transformation isotherme. *T = cte*

CD : Une détente *adiabatique* conduit le gaz de l'état C à l'état D.

DA : La transformation du point D vers le point A est réalisée à pression constante. *isobar*

1. Compléter le tableau.
2. Calculer les capacités calorifiques molaires à pression et volume constant (C_p et C_v).
3. Donner une représentation graphique du cycle dans un diagramme de Clapeyron P(V).
4. Exprimer et calculer le travail, la quantité de chaleur, les variations d'énergie interne, d'enthalpie et d'entropie au cours de chaque transformation.
5. Calculer W_{cycle} , Q_{cycle} , ΔU_{cycle} , ΔH_{cycle} et ΔS_{cycle} .

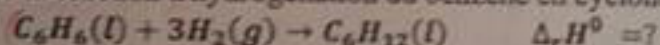
$w_c = -Q_c \quad \Delta U = 0 \quad \Delta H =$

Etape	P (Pa) 10^5	V (L)	T (K)
A	1,5	8,31	300
B	3,5	8,31	700
C			700
D	1,5	15,9	574

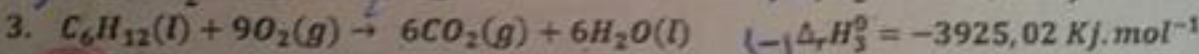
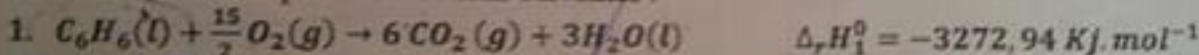
On donne $\gamma = 1,4$ $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Exercice 02: (4pts)

Calculer l'enthalpie de la réaction d'hydrogénation du benzène en cyclohexane



On donne les enthalpies des réactions suivantes :



Exercice 03: (4pts)

Un calorimètre de capacité thermique $\mu = 150 \text{ J.K}^{-1}$ 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 $T_2 = -23^\circ\text{C}$. Déterminer la température à l'équilibre.

Données:

Chaleur massique de l'eau : $C(l) = 4185 \text{ J.kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Chaleur massique de la glace: $C(s) = 2090 \text{ J.kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace: $L_f = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J.kg}^{-1}$

Exercice 02 / 14 Pts

$$P_A = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_A = ?$$

$$T_A = 300 \text{ K}$$

Isochores

$$P_B = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_B = ?$$

$$T_B = ?$$

$$P_A = \frac{N}{m^2}$$

$$F = N \times m$$

$$= P_A \times m^2$$

Isobare

$$P_D = ?$$

$$V_D = 15,9 \text{ l}$$

$$T_D = ?$$

Adiabatique

$$P_C = ?$$

$$V_C = ?$$

$$T_C = 700 \text{ K}$$

Isobare

Tableau

$$V_A = ? \quad P_A V_A = n R T_A \Rightarrow V_A = \frac{n R T_A}{P_A}$$

$$V_A = 8,31 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 8,31 \text{ l} \quad 0,25$$

$$V_B = ? \quad \text{transformation isochore} \Rightarrow V = \text{cte} \Rightarrow V_B = 8,31 \text{ l} \quad 0,25$$

$$P_D = ? \quad D \rightarrow A \text{ transformation isobare} \Rightarrow P_D = P_A = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad 0,25$$

$$T_D = ? \quad T_D = \frac{P_D V_D}{n R} \Rightarrow T_D = 574,0 \text{ K} \quad 0,25$$

$$V_C = ? \quad \text{transformation adiabatique} : T_D V_D^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow V_C = \left(\frac{T_D}{T_C} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \cdot V_D \Rightarrow V_C = 9,68 \text{ l} \quad 0,25$$

$$P_C = ? \quad P_D V_D^{\gamma} = P_C V_C^{\gamma} \Rightarrow P_C = P_D \left(\frac{V_D}{V_C} \right)^{\gamma} \Rightarrow P_C = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad 0,25$$

(1)

	$P (\text{Pa} \cdot 10^5)$	$V (\text{l})$	$T (\text{K})$
A	1,5	8,31	300
B	3,5	8,31	+
C	3,0	9,68	700
D	1,5	15,9	574,0

SECTION 1

$$3) C_p = ? \quad C_v = ?$$

$$\text{on a } C_p/C_v = 8$$

$$\{ C_p - C_v = R \Rightarrow C_v = \frac{R}{8-1} \Rightarrow \begin{cases} C_v = 20,77 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\ C_p = 29,08 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \end{cases}$$

$$4) w = ? \quad q = ? \quad \Delta U = ? \quad \Delta H = ? \quad \Delta S = ?$$

→ transformation A → B

→ transformation isochore $\Rightarrow dV = 0 \Rightarrow \boxed{w_{AB} = 0}$ 0,5

* $w_{AB} = 0 \Rightarrow \Delta U_{AB} = q_{AB} = n C_v \Delta T = n C_v (T_B - T_A)$

0,5 $\boxed{\Delta U_{AB} = 4155 \text{ Joule}}$ et $\boxed{q_{AB} = 4155 \text{ Joule}}$ 0,5

* $\Delta H_{AB} = n C_p \Delta T = n C_p (T_B - T_A) \Rightarrow \boxed{\Delta H_{AB} = 5816 \text{ Joule}}$ 0,5

* $dS = \frac{\delta q}{T}$ (transformation réversible)

$\Rightarrow dS = n C_v \frac{dT}{T} \Rightarrow \Delta S_{AB} = n C_v \int_{300}^{700} \frac{dT}{T} \Rightarrow \boxed{\Delta S_{AB} = 8,799 \text{ J/K}}$ 0,5

→ transformation B → C:

→ transformation isotherme: $\boxed{\Delta U_{BC} = 0}$ et $\boxed{\Delta H_{BC} = 0}$ 0,5

* $\Delta U = 0 \Rightarrow q_{BC} = -w_{BC}$: or $w_{BC} = - \int_{V_B}^{V_C} p dV = - nRT \int_{V_B}^{V_C} \frac{dV}{V}$

$\boxed{w_{BC} = -443,84 \text{ Joule}}$ 0,5 et $\boxed{q_{BC} = 443,84 \text{ Joule}}$ 0,5

* $\Delta S = \frac{q}{T} \Rightarrow \boxed{\Delta S_{BC} = 0,634 \text{ J/K}}$ 0,5

transformation C \rightarrow D

* Transformation polytropique $\Rightarrow \boxed{\varphi_{CD} = 0} \quad 0,5$

* $\Delta U_{ED} = W_{CD} = n C_V \Delta T = n C_V (T_D - T_C)$

$0,5 \quad \boxed{\Delta U_{CD} = -1308,51 \text{ Joule}} \quad 0,5 \quad \boxed{W_{CD} = -1308,51 \text{ Joule}}$

* $\Delta H_{CD} = n C_P (T_D - T_C) \Rightarrow \boxed{\Delta H_{CD} = -1832,04 \text{ Joule}} \quad 0,5$

* $\boxed{\Delta S_{CD} = 0} \quad 0,5$

- transformation D \rightarrow A transformation isobare

* $W_{DA} = -P_A \int_{V_D}^{V_A} dV = -P_A (V_A - V_D) \Rightarrow \boxed{W_{DA} = 1138,5 \text{ Joule}} \quad 0,5$

* $\Delta U_{DA} = n C_V \Delta T \Rightarrow \boxed{\Delta U_{DA} = -2845,49 \text{ Joule}} \quad 0,5$

* $\Delta H_{DA} = n C_P \Delta T \Rightarrow \boxed{\Delta H_{DA} = -3983,96 \text{ Joule}} \quad 0,5$

* $\varphi_{DA} = \Delta U_{DA} - W_{DA} \Rightarrow \boxed{\varphi_{DA} = -3983,99 \text{ Joule}} \quad 0,5$

* $\Delta S_{DA} = n C_P \int \frac{dT}{T} \Rightarrow \boxed{\Delta S_{DA} = -9,434 \text{ Joule/K}} \quad 0,5$

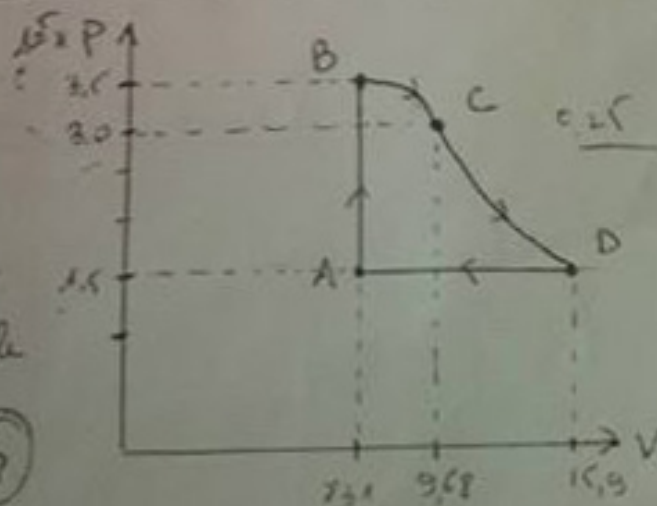
5) $\Delta U_{cycle} = 0 \quad 0,5$

$\Delta H_{cycle} = 0 \quad 0,5$

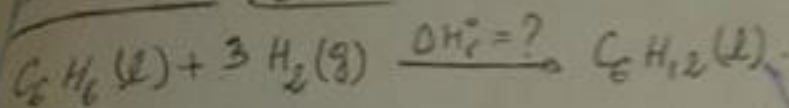
$\Delta S_{cycle} = 0 \quad 0,5$

$W_{cycle} = -\varphi_{cycle} = 613,85 \text{ Joule}$

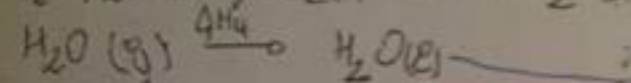
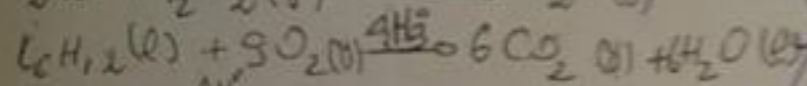
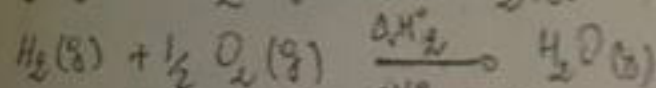
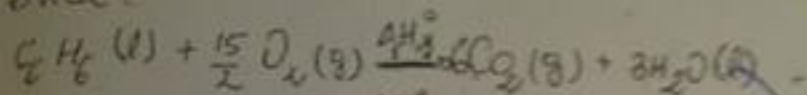
(3)



exercice 02: 3pts



on a:



$$\Delta H_f^\circ = \Delta H_f^\circ - \Delta H_f^\circ + 3\Delta H_f^\circ + 3\Delta H_f^\circ$$

$$\Delta H_f^\circ = -204,33 \text{ KJ/mole}$$

Exercice 03: 3pts

$$Q_{\text{eau}} = m_1 C(l) (T_{\text{eq}} - T_1) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{la chaleur cédée par l'eau et le calorimètre} \end{array} \right.$$

$$Q_{\text{cal}} = \mu (T_{\text{eq}} - T_1) \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_1 = Q_{\text{eau}} + Q_{\text{cal}} = (m_1 C(l) + \mu) (T_{\text{eq}} - T_1) \end{array} \right.$$

la chaleur captée par la glace:

$$Q_{\text{glace}} = Q_2 = m_2 C(s) (0 - T_2) + m_2 L_f + m_2 C(l) (T_{\text{eq}} - 0) \quad 0,1 \text{ pt}$$

Le système (eau + glace + calorimètre) est isolé: $Q_1 + Q_2 = 0$

$$\Rightarrow T_{\text{eq}} = \frac{(m_1 C(l) + \mu) T_1 + m_2 C(s) T_2 + m_2 L_f}{m_1 C(l) + m_2 C(l) + \mu}$$

$$T_{\text{eq}} = 23,15^\circ\text{C}$$

1pt (4)