

Examen de remplacement chimie II

Exercice 1 : 9pts

L'état initial d'une mole de gaz parfait est caractérisé par: $P_1=2.10^5$ Pa; $V_1=14$ L et $T_1=337$ K.

On fait subir à ce gaz successivement:

- 1→2: Une transformation isobare qui double son volume,
- 2→3: Une compression isotherme qui le ramène à son volume initial ($V_3=V_1$).
- 3→1: Un refroidissement isochore qui le ramène à sa température initiale.

a- Calculer T_2 , P_3 .

b- Représenter le cycle de transformation dans le diagramme (P, V).

c- Calculer le travail (w), la quantité de chaleur (Q), variation d'énergie interne (ΔU) et la variation d'enthalpie (ΔH) échangés par le système au cours de chaque transformation et au cours du cycle.

Données: $R = 8,31$ J.mol⁻¹K⁻¹; $R = 0,082$ L.atm.mol⁻¹K⁻¹; $\gamma = 1,4$.

Exercice 2 : 5,5pts

1- Un calorimètre de capacité thermique C_{cal} contient $m_1=1$ Kg d'eau à $T_1=15^\circ\text{C}$, On ajoute une masse $m_2=1$ Kg d'eau à la température $T_2=60^\circ\text{C}$. La température d'équilibre est $T_{eq}=35^\circ\text{C}$. Calculer la capacité thermique C_{cal} du calorimètre.

2- On reprend le calorimètre contenant $m_1=1$ Kg d'eau à $T_1=15^\circ\text{C}$. On y plonge une masse $m_3=50$ g de glace à $T_2=0^\circ\text{C}$. La température d'équilibre étant $T'_{eq}=11,34^\circ\text{C}$.

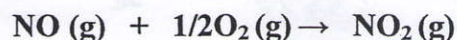
On suppose que la glace fond totalement

- Calculer la chaleur latente de fusion de la glace L_{fus} .

Donnée : $C_p(\text{eau})=4,18$ J.g⁻¹K⁻¹.

Exercice 3 : 5,5pts

1- Le monoxyde d'azote s'oxyde rapidement dans l'air en dioxyde d'azote selon la réaction suivante:



-Calculer l'enthalpie standard ΔH_R° de la réaction d'oxydation du monoxyde d'azote en dioxyde d'azote. Déduire la nature de la réaction.

Données: $\Delta H_f^\circ(\text{NO})_g = 90$ KJ.mol⁻¹; $\Delta H_f^\circ(\text{NO}_2)_g = 34$ KJ.mol⁻¹.

2- L'enthalpie de combustion du méthane à 25°C est $\Delta H^\circ_{\text{Comb}}(298) = -890,34$ KJ.

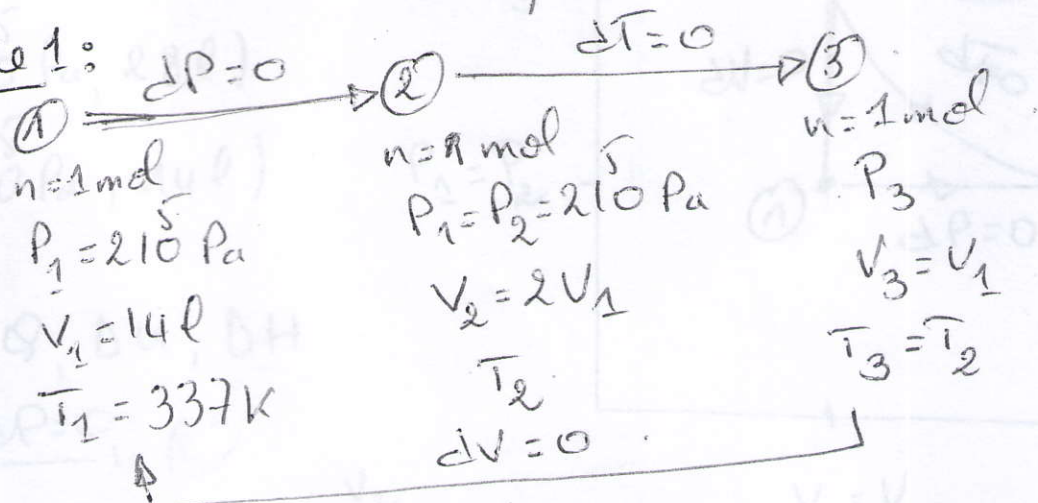


-Déterminer l'enthalpie de la réaction à 100°C dans le cas où l'eau formée est toujours liquide.

Données : $C_p(\text{CH}_4)_g = 35,31$ J.mol⁻¹.K⁻¹; $C_p(\text{CO}_2)_g = 37,20$ J.mol⁻¹.K⁻¹;
 $C_p(\text{O}_2)_g = 29,4$ J.mol⁻¹.K⁻¹; $C_p(\text{H}_2\text{O})_L = 75,28$ J.mol⁻¹.K⁻¹.

Corrigé de l'examen
de remplacement chimie 2

Exercice 1:



a - $T_2 = ?$

① $\xrightarrow{dP=0}$ ②

$dP=0 \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const}$

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{V_2}{V_1} = \frac{2V_1}{V_1} T_1 = 2T_1$

$T_2 = 2T_1 = 674 \text{ K}$

sinon à l'état ②: $P_2 V_2 = nR T_2$

$T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{210 \times 2 \times 14 \times 10^{-3}}{1 \text{ mol} \times 8,31}$

$T_2 = 673,88 \text{ K}$

$P_3 = ?$

② \rightarrow ③

$dT=0 \Rightarrow PV = \text{const}$

$P_2 V_2 = P_3 V_3 \Rightarrow P_3 = P_2 \frac{V_2}{V_3} = P_1 \frac{2V_1}{V_1}$

$P_3 = 2P_1 = 410 \text{ Pa}$

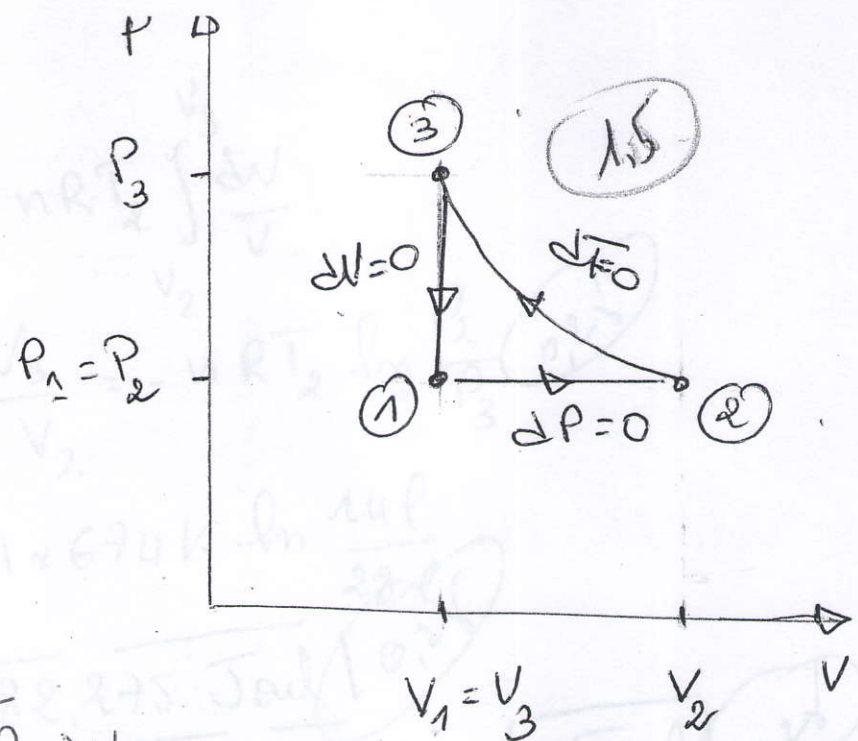
sinon à l'état ③: $P_3 V_3 = nR T_3$

$P_3 = \frac{nR T_3}{V_3} = \frac{1 \text{ mol} \times 8,31 \times 674 \text{ K}}{14 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$

$P_3 = 410 \text{ Pa}$

Diagramme (P, V)

- ① (210 Pa, 14l)
- ② (210 Pa, 28l)
- ③ (410 Pa, 14l)



→ w, q, ΔU, ΔH

① $\Delta P = 0 \rightarrow ②$

$$W_{1-2} = - \int P dV = - \int P_1 dV$$

$$W_{1-2} = - P_1 (V_2 - V_1) = - 210 \text{ Pa} (28 \cdot 10^{-3} - 14 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^3$$

$$\boxed{W_{1-2} = - 2800 \text{ Joule} \quad (0,25)}$$

$$\Delta U_{1-2} = n C_V (T_2 - T_1) = n \frac{R}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) \quad (0,25)$$

$$\Delta U_{1-2} = 1 \text{ mol} \frac{8,31}{1,4 - 1} (674 \text{ K} - 337 \text{ K})$$

$$\boxed{\Delta U_{1-2} = 7001,175 \text{ Joule} \quad (0,25)}$$

$Q_{1-2} = ?$

$$\Delta U_{1-2} = W_{1-2} + Q_{1-2} \Rightarrow Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} - W_{1-2}$$

$$\boxed{Q_{1-2} = 9801,175 \text{ Joule} \quad (0,25)}$$

sinon: $Q_{1-2} = \Delta H_{1-2} = n C_P (T_2 - T_1) = n \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_2 - T_1)$

$$Q_{1-2} = \Delta H_{1-2} = \gamma \Delta U_{1-2} = 1,4 \times 7001,175$$

$$\boxed{Q_{1-2} = \Delta H_{1-2} = 9801,645 \text{ Joule} \quad (0,25)}$$

② $\frac{\Delta T = 0}{V_3} \textcircled{3}$

$$W_{2-3} = - \int_{V_2}^{V_3} P dV = - nRT_2 \int_{V_2}^{V_3} \frac{dV}{V}$$

$$W_{2-3} = - nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = - nRT_2 \ln \frac{P_2}{P_3} \textcircled{0.25}$$

$$W_{2-3} = - 1 \text{ mol } 8.31 \times 674 \text{ K } \ln \frac{1 \text{ MPa}}{28 \text{ kPa}}$$

$$\overline{W}_{2-3} = +3882.275 \text{ Joule} \textcircled{0.25}$$

$$\Delta U_{2-3} = nC_V(T_3 - T_2) = n \frac{R}{\gamma - 1} (T_2 - T_2) = \overline{0 \text{ Joule}} \textcircled{0.25}$$

$$\Delta U_{2-3} = Q_{2-3} + W_{2-3} = 0$$

$$\Rightarrow \overline{Q}_{2-3} = -W_{2-3} = -3882.275 \text{ Joule} \textcircled{0.25}$$

$$\Delta H_{2-3} = nC_P(T_3 - T_2) = n \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_2 - T_2) = \overline{0 \text{ Joule}} \textcircled{0.25}$$

③ $\frac{\Delta V = 0}{P} \textcircled{1}$

$$\Delta V = 0 \Rightarrow \overline{W}_{3-1} = 0 \text{ Joule} \textcircled{0.25}$$

$$\Delta U_{3-1} = Q_{3-1} + W_{3-1} = nC_V(T_1 - T_3) = n \frac{R}{\gamma - 1} (T_1 - T_3)$$

$$\Delta U_{3-1} = Q_{3-1} = n \frac{R}{\gamma - 1} (T_1 - T_3) = 1 \text{ mol } \frac{8.31}{1.4 - 1} (337 \text{ K} - 674 \text{ K})$$

$$\overline{\Delta U}_{3-1} = Q_{3-1} = -7001.175 \text{ Joule} \textcircled{0.25}$$

$$\Delta H_{3-1} = nC_P(T_1 - T_3) = n \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_1 - T_3) = \gamma \Delta U_{3-1}$$

$$\overline{\Delta H}_{3-1} = -9801.645 \text{ Joule} \textcircled{0.25}$$

$$W_{\text{cycl}} = W_{1-2} + W_{2-3} + W_{3-1} = -2800 + 3882,275$$

$$W_{\text{cycl}} = 1082,275 \text{ Joule} \quad (0,27)$$

$$Q_{\text{cycl}} = Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-1} = 9801,175 - 3882,275 - 7001,175$$

$$Q_{\text{cycl}} = -1082,275 \text{ Joule} \quad (0,27)$$

$$\Delta U_{\text{cycl}} = \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-3} + \Delta U_{3-1} = 7001,175 + 0 - 7001,175$$

$$\Delta U_{\text{cycl}} = 0 \text{ Joule} \quad (0,27)$$

$$\Delta H_{\text{cycl}} = \Delta H_{1-2} + \Delta H_{2-3} + \Delta H_{3-1} = 9801,645 + 0 - 9801,645$$

$$\Delta H_{\text{cycl}} = 0 \text{ Joule} \quad (0,27)$$

Exercice 2: 5,5.

$$T_1 = 15^\circ \text{C} < T_2 = 60^\circ \text{C} \Rightarrow Q_{\text{cedée}} = m_2 c_{\text{eau}} (T_{\text{eq}} - T_2) \quad (0,5)$$

$$Q_{\text{reçue}} = (C_{\text{cal}} + m_1 c_{\text{eau}}) (T_{\text{eq}} - T_1) \quad (0,5)$$

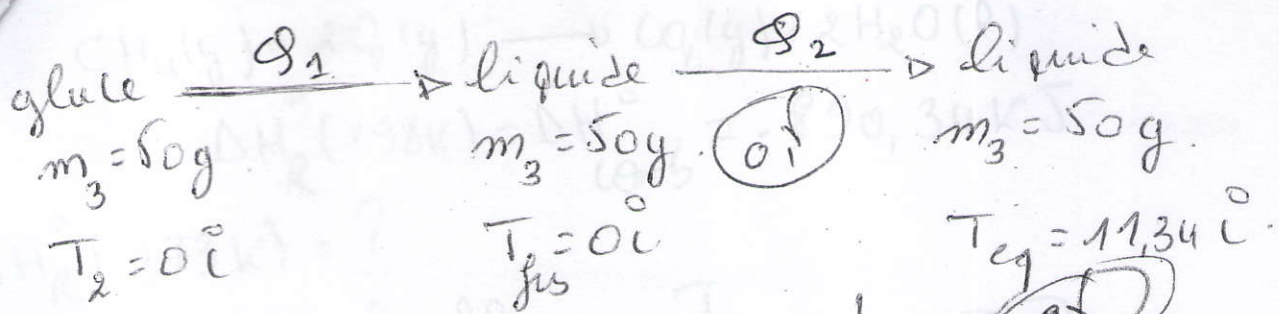
à l'état d'équilibre: $Q_{\text{cedée}} + Q_{\text{reçue}} = 0 \quad (0,5)$

$$m_2 c_{\text{eau}} (T_{\text{eq}} - T_2) + (C_{\text{cal}} + m_1 c_{\text{eau}}) (T_{\text{eq}} - T_1) = 0$$

$$C_{\text{cal}} = \frac{[m_2 (T_{\text{eq}} - T_2) + m_1 (T_{\text{eq}} - T_1)] c_{\text{eau}}}{T_1 - T_{\text{eq}}} \quad (0,5)$$

$$C_{\text{cal}} = 1045 \text{ J K}^{-1} \quad (0,5)$$

2) $T_1 = 15^\circ \text{C} > T_2 = 0^\circ \text{C} \Rightarrow Q_{\text{cedée}} = (C_{\text{cal}} + m_1 c_{\text{eau}}) (T_{\text{eq}} - T_1)$
 $Q_{\text{reçue}} = ?$



$Q_{reçu} = Q_1 + Q_2$ avec $Q_1 = m_3 L_{fus}$
 $Q_2 = m_3 C_{eau} (T_{eq} - T_{fus})$

$Q_{reçu} = m_3 L_{fus} + m_3 C_{eau} (T_{eq} - T_{fus})$

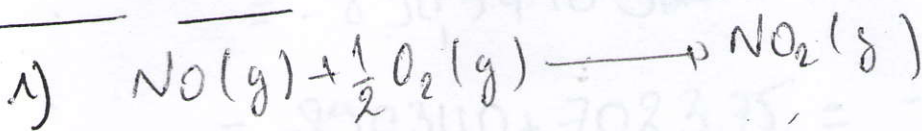
le bilan à l'état d'équilibre $\Rightarrow Q_{cédé} + Q_{reçu} = 0$

$(C_{cal} + m_1 C_{eau}) (T_{eq} - T_1) + m_3 L_{fus} + m_3 C_{eau} (T_{eq} - T_{fus}) = 0$

$L_{fus} = - \frac{(C_{cal} + m_1 C_{eau}) (T_{eq} - T_1) + m_3 C_{eau} (T_{eq} - T_{fus})}{m_3}$

$L_{fus} = 429,871 \text{ J/g}$

Exercice 3 :



La loi de HESS :

$\Delta H_R^\circ = \sum_{i=1}^n \nu_i \Delta H_f^\circ (\text{Produits}) - \sum_{j=1}^m \nu_j \Delta H_f^\circ (\text{Réactifs})$

$= 1 \text{ mol } \Delta H_f^\circ (NO_2)g - \left[1 \text{ mol } \Delta H_f^\circ (NO)g + \frac{1}{2} \text{ mol } \Delta H_f^\circ (O_2)g \right]$
 $= 1 \text{ mol } \times 34 \text{ kJ mol}^{-1} - 1 \text{ mol } \times 90 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_R^\circ = -56 \text{ kJ mol}^{-1}$ Réaction exothermique



$$\Delta H_R^\circ(298\text{K}) = \Delta H_{\text{comb}}^\circ = -890,34 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_R^\circ(373\text{K}) = ?$$

la loi de Kirchhoff:

$$\Delta H_R^\circ(T_2) = \Delta H_R^\circ(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT \quad (0,5)$$

$$T_2 = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C} = 298\text{K}$$

$$\Delta C_p = \sum_{i=1}^n \nu_i C_p(\text{produits}) - \sum_{j=1}^m \nu_j C_p(\text{réactifs}) \quad (0,5)$$

$$\Delta C_p = 1 \text{ mol } C_p(\text{CO}_2)_g + 2 \text{ mol } C_p(\text{H}_2\text{O})_l - [1 \text{ mol } C_p(\text{CH}_4)_g + 2 \text{ mol } C_p(\text{O}_2)_g] \quad (0,5)$$

$$\Delta C_p = 37,20 + 150,56 - (35,31 + 58,8) \quad (0,5)$$

$$\Delta C_p = 93,65 \text{ J K}^{-1} \quad (0,5)$$

$$\Delta H_R^\circ(373\text{K}) = \Delta H_R^\circ(298\text{K}) + \int_{298}^{373} 93,65 \text{ J K}^{-1} dT$$

$$= -890,34 \text{ kJ} + 93,65 \text{ J K}^{-1} (373 - 298) \text{ K} \quad (0,5)$$

$$= -890,340 + 7023,75 = -883,316,25 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_R^\circ(373\text{K}) = -883,316 \text{ kJ} < 0 \quad (0,5)$$



- Déterminer l'enthalpie de la réaction à 100°C dans le cas où l'eau formée est toujours liquide.

Données: $C_p(\text{CH}_4) = 35,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $C_p(\text{CO}_2) = 37,20 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$C_p(\text{O}_2) = 29,4 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $C_p(\text{H}_2\text{O}) = 75,28 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$