

**Examen Final de Chimie 2 (ST)**  
**(1h)**

**Exercice 1 (5,5 pts)**

- A. Un calorimètre contient une masse  $m_1 = 250$  g d'eau. La température initiale de l'ensemble est  $T_1 = 18$  °C. On ajoute une masse  $m_2 = 300$  g d'eau à la température  $T_2 = 80$  °C. Quelle serait la température d'équilibre thermique  $T_{eq}$  de l'ensemble si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable ? Chaleur massique de l'eau :  $c_{eau} = 4,185$  J/g .K
- B. On plonge dans un calorimètre contenant une masse d'eau  $m_1 = 350$  g à la température initiale  $T_1 = 16$  °C, un bloc de plomb de masse  $m_2 = 280$  g sortant d'un four à la température  $T_2 = 98$  °C. On mesure la température d'équilibre thermique  $T_{eq} = 17,7$  °C. La capacité thermique du calorimètre est égale à  $k = 209$  J/K. Déterminer la chaleur massique du plomb.

**Exercice 2 (6,5 pts)**

La combustion du méthane conduit à la réaction suivante :



Calculer pour cette réaction à 25 °C :

1. L'enthalpie  $\Delta H^\circ_R$  à 25 °C. Est-elle exothermique ou endothermique ? justifier.
2. La variation de l'enthalpie libre  $\Delta G^\circ_R$ . Est-elle spontanée ? justifier.
3. La variation de l'enthalpie à 100 °C.

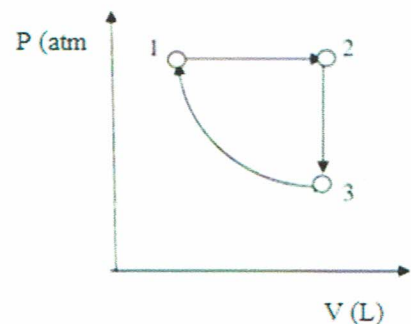
Composé	CH <sub>4</sub> (g)	O <sub>2</sub> (g)	CO <sub>2</sub> (g)	H <sub>2</sub> O (l)
$\Delta H^\circ_f$ (kJ/mol)	-74,81	0	-393,5	-285,83
$S^\circ_f$ (J/mol.K)	186,26	204,82	213,74	69,91
$C_p$ (J/mol.K)	35,31	29,36	37,11	75,29

**Exercice 3 (8,0 pts)**

Une mole de gaz supposé parfait subit une série de transformations en formant le cycle ci-dessous.

1. Compléter le tableau suivant (mettre le tableau sur la copie).
2. Calculer : W ; Q et  $\Delta U$  du cycle.

Etat	P (atm)	V (L)	T (K)	Transformation
1	1	22,4	?	1---2 ?
2	?	?	546,3	2---3 ?
3	0,5	44,8	?	3---1 ?



Données:  $C_v = (5/2) R$  ;  $R = 8,314$  J/mol.K = 0,082 L.atm/mol.K

# Corrigé de l'EF

## Chimie 2

Exercice 1: 5,5

A)  $\sum Q_i = 0$  0,5  $\Rightarrow Q_f + Q_{ch} = 0$  0,5

$$Q_f = m_f \cdot C_e (T_{eq} - T_f)$$
 0,25

$$Q_{ch} = m_{ch} \cdot C_e (T_{eq} - T_{ch})$$
 0,25

$$T_{eq} = \frac{m_f T_f + m_{ch} T_{ch}}{m_f + m_{ch}}$$
 0,5

$$= \frac{250 \times 18 + 300 \times 80}{550}$$

$T_{eq} = 51,81 \text{ } ^\circ\text{C}$

0,5

B)  $Q_{cal} + Q_{eau} + Q_{pb} = 0$  0,5

$$Q_{cal} = C_{cal} (T_{eq} - T_1)$$
 0,5

$$Q_{eau} = m_e C_e (T_{eq} - T_1)$$
 0,5

$$Q_{pb} = m_{pb} \cdot C_{pb} (T_{eq} - T_2)$$
 0,5

$$C_{pb} = \frac{-(Q_{cal} + Q_{eau})}{m_{pb} (T_{eq} - T_2)} \quad (0,15)$$

$$C_{pb} = 0,126 \text{ J/gK} \quad (0,15)$$

Exercice 2: 6,5



1. En appliquant la loi de Hess: 0,25

$$\Delta H_R^\ominus = \sum \nu_i \Delta H_f^\ominus \Big|_{\text{produits}} - \sum \nu_j \Delta H_f^\ominus \Big|_{\text{réactifs}}$$

0,15  $\rightarrow = \Delta H_f^\ominus(\text{CO}_2) + 2\Delta H_f^\ominus(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\ominus(\text{CH}_4) - 2\underbrace{\Delta H_f^\ominus(\text{O}_2)}_0$

$$= (-393,5) + 2(-285,83) + 74,81$$

$$\Delta H_R^\ominus = -890,35 \text{ KJ} \quad (0,15)$$

$\Delta H_R^\ominus < 0 \implies$  La réaction est exothermique.

0,15

$$2 - \Delta G_R^\circ = \Delta H_R^\circ - T \Delta S_R^\circ \quad (0,175)$$

$$\Delta S_R^\circ = S_f^\circ(\text{CO}_2) + 2 S_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - S_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_4) - 2 S_f^\circ(\text{O}_2)$$

$$= 213,74 + 2(69,91) - 186,26 - 2(204,82) \quad (0,15)$$

$$\Delta S_R^\circ = -242,34 \text{ J} \quad (0,15)$$

$$\Delta G_R^\circ = -890,35 \cdot 10^3 - 298(-242,34)$$

$$\Delta G_R^\circ = -818,32 \text{ kJ} \quad (0,15)$$

$\Delta G_R^\circ < 0 \Rightarrow$  La réaction est spontanée (0,15)

3 - En appliquant la loi de Kirchoff

$$\Delta H_{R,T}^\circ = \Delta H_{R,298}^\circ + \int_{298}^T \Delta C_p dT \quad (0,15)$$

$$= \Delta H_{R,298}^\circ + \Delta C_p (T - 298)$$

$$\Delta C_p = \sum \nu_i C_p \Big|_{\text{pro}} - \sum \nu_i C_p \Big|_{\text{réa}} \quad (0,15)$$

$$(0,25) \left\{ \begin{aligned} &= C_p(\text{CO}_2) + 2 C_p(\text{H}_2\text{O}) - C_p(\text{C}_2\text{H}_4) \\ &- 2 C_p(\text{O}_2) \end{aligned} \right.$$

$$(0,15) \quad \Delta C_p = 93,66 \text{ J/mole.K}$$

$$\Delta H_{R_{11}}^{\ominus} = -890,35 \cdot 10^3 + 93,66(100-25)$$

$$\Delta H_{R_{1100}}^{\ominus} = -883,32 \text{ kJ} \quad (0,15)$$

Exercice 3: 08

0,1d

1) calcul de  $T_1$

$$P_1 V_1 = n R T_1 \implies T_1 = \frac{P_1 V_1}{n R} \quad (0,25)$$

$$T_1 = 273,15 \text{ K} \quad (0,25)$$

2) Transformation 1  $\rightarrow$  2 isobare 0,25

$$(0,25) \quad P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$$

3) calcul de  $V_2$  :  $V_2 = \frac{n R T_2}{P_2} \quad (0,25)$

$$(0,25) = 44,8 \text{ L}$$

ou se détermine du graphique

Transformation 2  $\rightarrow$  3 isochore 0,25

$$V_2 = V_3 = 44,8 \text{ L}$$

calcul de  $T_3$  :  $T_3 = \frac{P_3 V_3}{n R}$  (0,25)

(0,25) =  $273,15 \text{ K}$

donc la transformation 3  $\rightarrow$  1 isotherme (0,25)

2)

1  $\rightarrow$  2 isobare  $\Rightarrow Q_p = n c_p (T_2 - T_1)$  (0,25)

$c_p - c_v = R \Rightarrow c_p = R + c_v = \frac{7}{2} R$  (0,25)

$Q_{1-2} = \frac{7}{2} \cdot 8,314 (546,3 - 273,15)$

$= 7948,39 \text{ J}$  (0,25)

$\Delta U_{1-2} = n c_v (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \cdot R (546,3 - 273,15)$  (0,25)

$= 5677,42 \text{ J}$  (0,25)

$\Delta U = Q + W \Rightarrow W_{1-2} = \Delta U - Q$  (0,25)

(0,25)

$= -2270,96 \text{ J}$  (0,25)

\* Transf 2  $\rightarrow$  3 isochore

$$W_{2 \rightarrow 3} = 0 \quad (0,25)$$

$$\Delta U = Q_V = m c_V (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} R (T_3 - T_2) \quad (0,25)$$

$$\Delta U_{2 \rightarrow 3} = Q_{2 \rightarrow 3} = -5677,42 \text{ J} \quad (0,25)$$

\* Transf 3  $\rightarrow$  1 isotherme

$$\Delta U_{3 \rightarrow 1} = 0 \quad (0,25) \Rightarrow Q_{3 \rightarrow 1} = -W_{3 \rightarrow 1} \quad (0,25)$$

$$W = \int_{V_3}^{V_1} -P dV = -mRT_1 \int_{V_3}^{V_1} \frac{dV}{V} \quad (0,25)$$

$$= -mRT_1 \left[ \ln V \right]_{V_3}^{V_1} = mRT_1 \ln \left( \frac{V_3}{V_1} \right) \quad (0,25)$$

$$W_{1 \rightarrow 3} = 8,314 \cdot 273,15 \ln \left( \frac{44,8}{22,4} \right)$$

$$= 1574,11 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_{3 \rightarrow 1} = -W_{1 \rightarrow 3} = -1574,11 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_{\text{cycle}} = Q_{1 \rightarrow 2} + Q_{2 \rightarrow 3} + Q_{3 \rightarrow 1}$$

$$= 696,86 \text{ J} \quad | \quad 0,25$$

$$W_{\text{cycle}} = W_{1 \rightarrow 2} + W_{2 \rightarrow 3} + W_{3 \rightarrow 1}$$

$$= -696,86 \text{ J} \quad | \quad 0,25$$

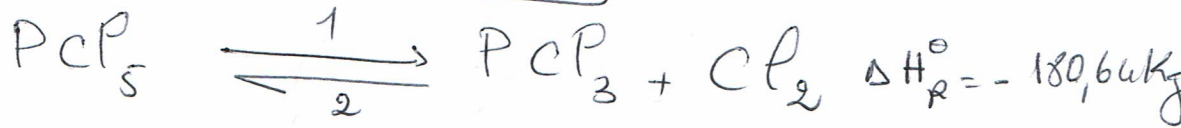
$$\Delta U_{\text{cycle}} = 0 \text{ J} \quad | \quad 0,15$$

Etat	P(atm)	V(L)	T(K)	Transition
1	1	22,4	273,15	1 → 2 isobare
2	1	44,8	546,3	2 → 3 isochore
3	0,15	44,8	273,15	3 → 1 isotherme



Corrigé du C.C

10/10



$$1) K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \times P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} \quad (1)$$

$$2) K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad (1)$$

$$\Delta n = \sum n_{\text{pro}} - \sum n_{\text{rea}} \quad (0,5)$$

$$= 2 - 1 = 1 \quad (0,5)$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^1 \quad (1)$$

3)  $\uparrow T$  l'équilibre se déplace ds le sens  
endothermique  $\Rightarrow$  sens 2  
(1) (1)

$\uparrow P$

" " " " " "

qui diminue le nbre de mole gazeux  
 $\Rightarrow$  sens 2 (1) (1)

$\uparrow [\text{PCl}_3]$

" " " " " "

de l'apparition de  $\text{PCl}_3$   $\Rightarrow$  sens 1  
(1) (1)