Corrigé de la série 3
Chimie 2 - 2020/2021

Exercice 1

Réaction de la combustion de la cire:

$$C_{25}H_{52\,(s)} + 38\ O_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_{comb}} 25\ CO_{2\,(g)} + 26\ H_2O_{(g)}$$

Nous pouvons obtenir cette ~~équation~~ à partir de a, b, c et d

$$(-1) \times \left(25\ C_{(s)} + 26\ H_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_c} C_{25}H_{52\,(s)} \right)$$

$$(26) \times \left(H_2O_{(l)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_d} H_2O_{(g)} \right)$$

$$(25) \times \left(C_{(s)} + O_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_b} CO_{2\,(g)} \right)$$

$$(26) \times \left(H_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}\ O_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_a} H_2O_{(l)} \right)$$

$$C_{25}H_{52\,(s)} + 38\ O_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_{combustion}} 25\ CO_{2\,(g)} + 26\ H_2O_{(g)}$$

$$\Delta H^\circ_{Combustion} = -\Delta H^\circ_c + 26\,\Delta H^\circ_d + 25\,\Delta H^\circ_b + 26\,\Delta H^\circ_a$$

Exercice 1 (suite)

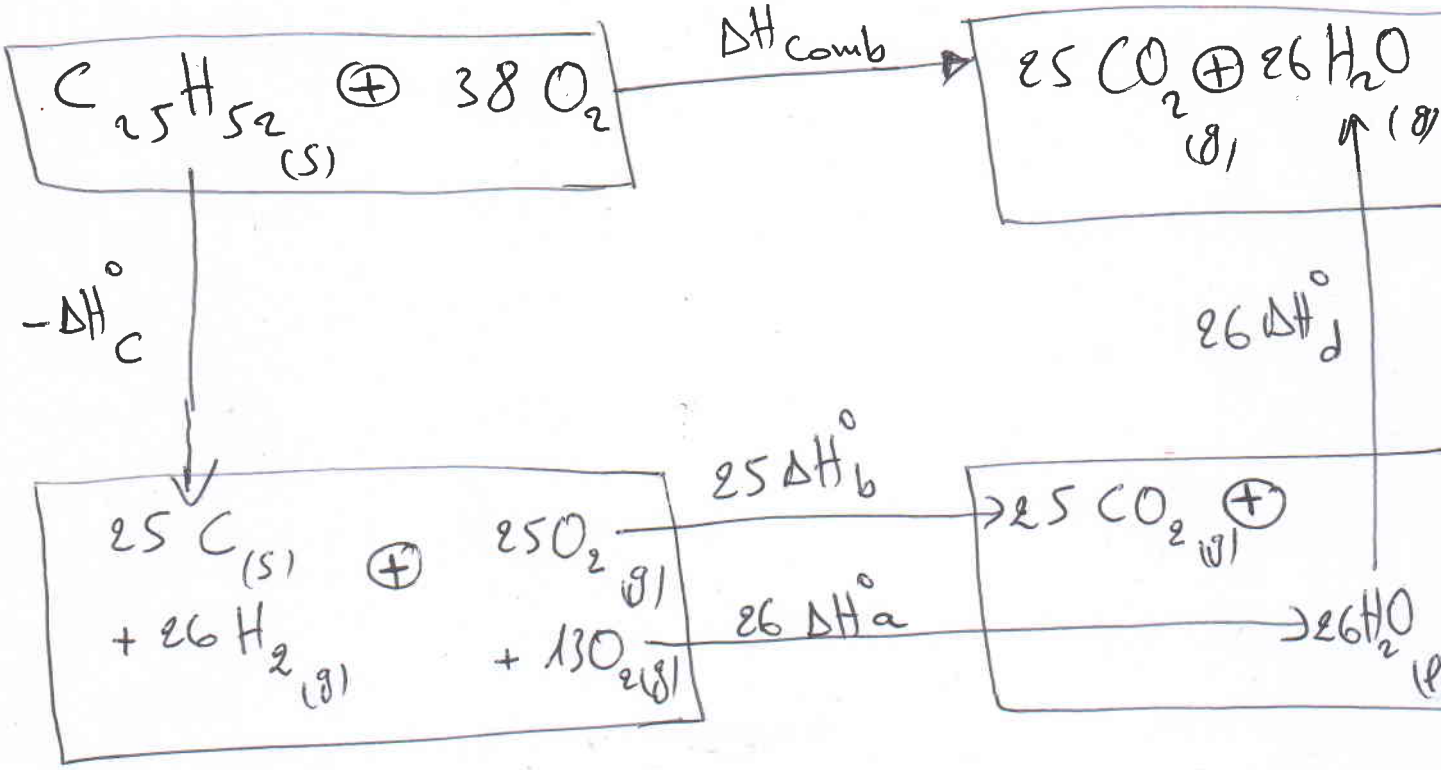
$$\Delta H^\circ_{\text{Combustion}} = -(-827) + 26(44) + 25(-393) + 26(-285,5)$$

$$\Delta H^\circ_{\text{Combustion}} = -15277 \text{ KJ} \quad < 0$$

La réaction dégage de la chaleur c'est une réaction exothermique.

Deuxième méthode

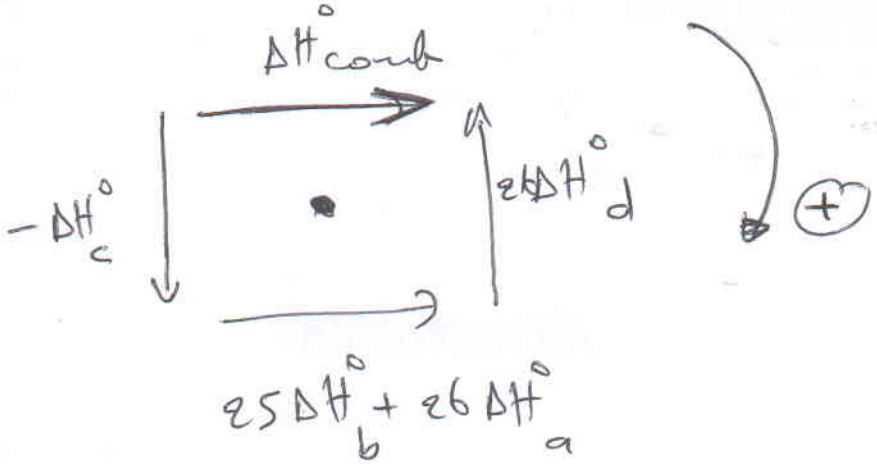
On construit un cycle fermé :



Exercice 1 (suite)

On applique la 1ère loi de HESS :

On choisit un sens positif de rotation



$$\Delta H = \sum_{cycle} \Delta H_i = 0$$

$$\Delta H^\circ_{comb} - 2d\,\Delta H^\circ_d - 25\,\Delta H^\circ_b - 26\,\Delta H^\circ_a - (-\Delta H^\circ_c) = 0$$

$$\Delta H^\circ_{comb} = 26\,\Delta H^\circ_d + 25\,\Delta H^\circ_b + 26\,\Delta H^\circ_a - \Delta H^\circ_c$$

ou bien

$$\Delta H_{chemin\ direct} = \sum \Delta H_{chemin\ intermédiaire}$$

$$\Delta H^\circ_{comb} = -\Delta H^\circ_c + 25\,\Delta H^\circ_b + 26\,\Delta H^\circ_a + 26\,\Delta H^\circ_d$$

Exercice 2

On applique la 2ème loi de HESS

$$\Delta H^\circ_{\text{réaction}} = \sum \nu_i \Delta H^\circ_f(\text{produits}) - \sum \nu_j \Delta H^\circ_f(\text{réactifs})$$

a) $2\,NO_{(g)} + O_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_R} 2\,NO_{2\,(g)}$

$$\Delta H^\circ_R = 2\,\Delta H^\circ_f(NO_2) - 2\,\Delta H^\circ_f(NO) - \cancel{\Delta H^\circ_f(O_2)}$$

$$\Delta H^\circ_R = 2(34) - 2(90) = -112 \text{ kJ}$$

b) $CH_{4\,(g)} + 2\,O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(l)}$

$$\Delta H^\circ_R = \Delta H^\circ_f(CO_2) + 2\,\Delta H^\circ_f(H_2O) - \Delta H^\circ_f(CH_4) - \cancel{2\,\Delta H^\circ_f(O_2)}$$

$$\Delta H^\circ_R = -394 + 2(-286) - (-75) = -891 \text{ kJ}$$

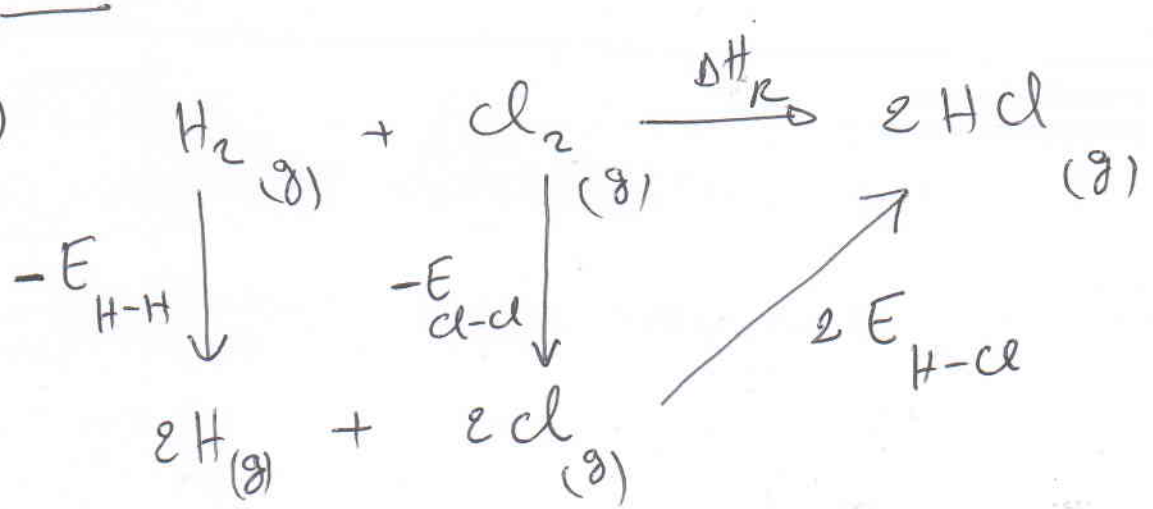
c) $2\,Al_{(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \longrightarrow 2\,Fe_{(s)} + Al_2O_{3\,(s)}$

$$\Delta H^\circ_R = \cancel{2\,\Delta H^\circ_f(Fe)} + \Delta H^\circ_f(Al_2O_3) - \cancel{2\,\Delta H^\circ_f(Al)} - \Delta H^\circ_f(Fe_2O_3)$$

$$\Delta H^\circ_R = -1670 - (-822) = -848 \text{ kJ}$$

Exercício 3

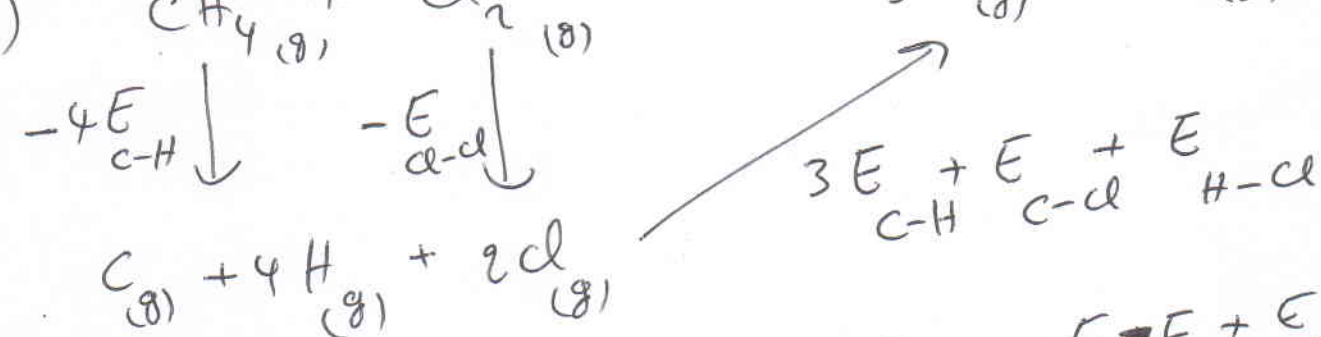
a)



$$\Delta H_R = -E_{H-H} - E_{Cl-Cl} + 2E_{H-Cl} = 436 + 243 + 2(-431$$

$$\Delta H_R = -183 \text{ kJ}$$

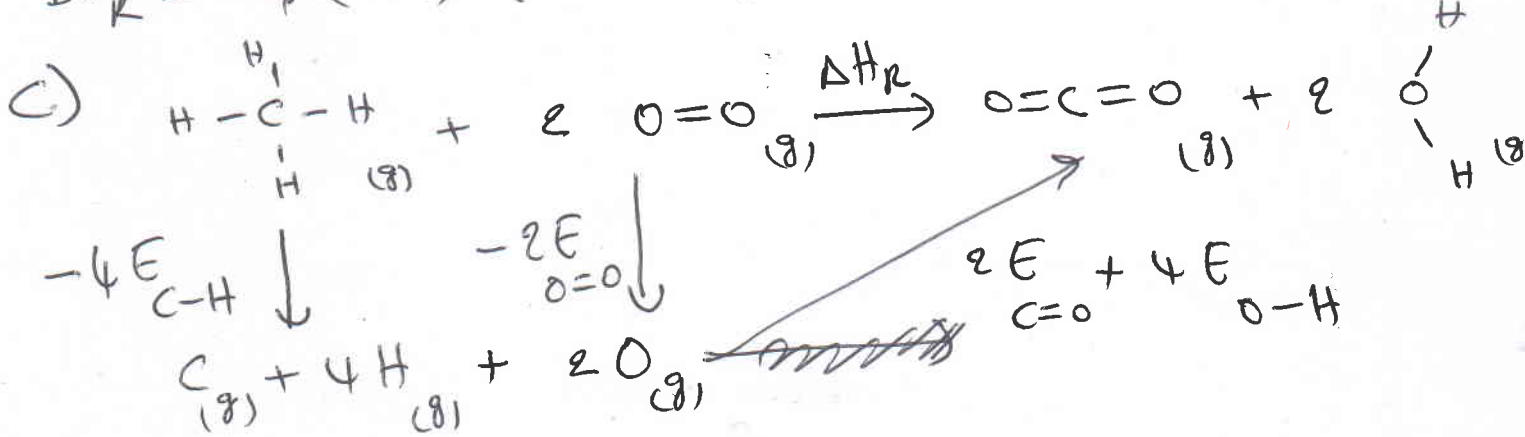
b)



$$\Delta H_R = -4E_{C-H} - E_{Cl-Cl} + 3E_{C-H} + E_{C-Cl} + E_{H-Cl} = -E_{C-H} - E_{Cl-Cl} + E_{C-Cl}$$

$$\Delta H_R = -(-414) - (-243) + (-330) = 327 \text{ kJ}$$

c)



$$\Delta H_R = -4E_{C-H} - 2E_{O=O} + 2E_{C=O} + 4E_{O-H}$$

$$\Delta H_R = -4(-414) - 2(-498) + 2(-803) + 4(-463) = -806 \text{ kJ}$$

Exercice 4

$$CH_4{}_{(g)} + 4\,Cl_2{}_{(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_R} CCl_4{}_{(g)} + 4\,HCl_{(g)}$$

1- Calcul de ΔH°_R à 650K

On utilise la loi de Kirschoff

$$\Delta H^\circ_{T_2} = \Delta H^\circ_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta(n C_p)\, dT$$

$$\Delta H^\circ_{T_2} = \Delta H^\circ_{T_1} + \Delta(n C_p)\,[T_2 - T_1]$$

Avec $\Delta(n C_p) = \sum \nu_i C_{pi}$ (produit) $- \sum \nu_j C_{pi}$ (réactifs)

$$\Delta H^\circ_{650K} = \Delta H^\circ_{298K} + \Delta(n C_p)\,[650 - 298]$$

$$\Delta(n C_p) = C_p(CCl_4) + 4\,C_p(HCl) - C_p(CH_4) - 4\,C_p(Cl_2)$$

$$\Delta(n C_p) = 83{,}51 + 4\,(29{,}12) - 35{,}71 - 4(33{,}93)$$

$$\Delta(n C_p) = 28{,}56 \text{ J/K}$$

$$\Delta H^\circ_{650K} = -401{,}08 + 28{,}56 \cdot 10^{-3}\,(352)$$

$\Delta H^\circ_{650K} = -391{,}03$ kJ : La chaleur dégagée à 650K est un peu plus petite que celle à 298K.

Exercice 4 (suite)

2) $\Delta H^\circ_f(CCl_4)$ à 298 K

Deuxième loi de Hess :

$$\Delta H^\circ_R = \Delta H^\circ_f(CCl_4) + 4\,\Delta H^\circ_f(HCl) - \Delta H^\circ_f(CH_4) - 4\,\Delta H^\circ_f(Cl_2)$$

$$\Delta H^\circ_f(CCl_4) = \Delta H^\circ_R - 4\,\Delta H^\circ_f(HCl) + \Delta H^\circ_f(CH_4)$$

$$\Delta H^\circ_f(CCl_4) = -401{,}08 - 4(-92{,}3) + (-74{,}6) = -106{,}48 \text{ kJ/mol}$$

3) $E_{C-Cl} = ?$

Réaction de formation de CCl_4 à partir des corps simples.

$$C_{(s)} + 2\,Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta H^\circ_f(CCl_4)} CCl_{4(g)}$$

$\Delta H^\circ_{sub}(C)$ ↓ ; $2\,\Delta H^\circ_{diss}(Cl_2) = -2E_{Cl-Cl}$ ↓ ; $4E_{C-Cl}$ ↗

$$C_{(g)} + 4\,Cl_{(g)}$$

$$\Delta H^\circ_f(CCl_4) = \Delta H^\circ_{sub}(C) + 2\,\Delta H^\circ_{diss}(Cl_2) + 4\,E_{C-Cl}$$

$$E_{C-Cl} = \frac{\Delta H^\circ_f(CCl_4) - \Delta H^\circ_{sub}(C) - 2\,\Delta H^\circ_{diss}(Cl_2)}{4}$$

$$E_{C-Cl} = \frac{-106{,}48 - 716{,}7 - 2(242{,}6)}{4} = -327{,}1 \text{ kJ/mol}$$