Exercices supplémentaires TD 2

Exercice 1 | $P = 1\,atm$, $T = 273,15\,K$ | $22,4\,L$ d'O_2 | $Q_p = -342,76\,kJ$ "dégagé"

a) CH_3CH_2OH éthanol soit $C_2H_6O(l)$

$$C_2H_6O(l) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

		22,4 L		
t_0		5,6 L	$2x$	$3x$
t_f	$n^\circ_{C_2H_6O} - x$	$n^\circ_{O_2} - 3x$		

b) qté de O_2 consommé : $22,4\,L - 5,6\,L = 16,8\,L$

$V_m = 22,4\,L.mol^{-1}$ $\left(V_m = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 8,314 \times 273,15}{1,013.10^5} = 22,4.10^{-3}\,m^3\right)$

$$n_{O_2\,cons.} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = \frac{16,8}{22,4} = 0,75\,mol = 3x$$

$$x = 0,25\,mol$$

→ qté de C_2H_6O consommé = $0,25\,mol$

c) $Q_p = -342,76\,kJ = \Delta_{comb}H^\circ_{273,15} = n \times \Delta_{comb}H^\circ_{273,15,m}$

$$\Delta_{comb}H^\circ_{m;273,15} = \frac{\Delta_{comb}H^\circ_{273,15}}{n} = \frac{-342,76}{0,25} = -1370\,kJ.mol^{-1}$$

d) $\Delta_{comb}H^\circ_{273,m}(CH_3COOH,l) = -873,62\,kJ.mol^{-1}$ $\quad CH_3COOH(l) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$

$C_2H_6O(l) + 3O_2(g) \rightleftharpoons \cancel{2CO_2(g)} + 3H_2O(l)$ $\quad \Delta_{comb}H^\circ_m(C_2H_6O,l)$

$\cancel{2CO_2(g)} + 2H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(l) + 2O_2(g)$ $\quad -\Delta_{comb}H^\circ_m(C_2H_4O_2,l)$

$$C_2H_6O(l) + O_2(g) \rightleftharpoons CH_3COOH(l) + H_2O(l) \quad \Delta_rH^\circ_m$$

$\Delta_rH^\circ_m = \Delta_{comb}H^\circ_m(C_2H_6O,l) - \Delta_{comb}H^\circ_m(C_2H_4O_2,l) = -1370 + 873,62$

$= -496,38\,kJ.mol^{-1}$

Exercice 6

a) formation de $H_2O(g)$ à 298K

$$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) \quad \Delta_r H^\circ_m$$

$\Delta_f H^\circ_{m,298}(H_2O,g) = \Delta_r H^\circ_m$?

étape 1 $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(l)$ $\quad \Delta_{r,1} H^\circ_m = \Delta_f H^\circ_{298}(H_2O,l)$

formation $H_2O(l)$ à 298 K

étape 2 augmentation de T de 298 K à 373 K de $H_2O(l)$

$\Delta_{r,2} H^\circ_m = n C_{p(eau)} \Delta T$ avec $n = 1$

étape 3 changemet d'état de $H_2O(l) \longrightarrow H_2O(g)$

$\Delta_{r,3} H^\circ_m = L_{vap}$

étape 4 diminution de T de 373 K à 298 K de $H_2O(g)$

$\Delta_{r,4} H^\circ_m = n C_{p(gaz)} \Delta T$

$$\Delta_r H^\circ_m = \Delta_{r,1} H^\circ_m + \Delta_{r,2} H^\circ_m + \Delta_{r,3} H^\circ_m + \Delta_{r,4} H^\circ_m$$

$$\Delta_f H^\circ_{m,298}(H_2O,g) = \Delta_f H^\circ_{m,298}(H_2O,l) + C_p(eau,l)(373-298) + L_{vap} + C_p(eau,g)(298-373)$$

$$= -285,5 \cdot 10^3 + 75,2 \times 75 + 43,5 \cdot 10^3 + 33,6 \times (-75)$$

$$= -239 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

b) $CH_3COOH(l) \rightleftharpoons CH_4(g) + CO_2(g)$ $\quad \Delta_r H^\circ_{m,298}$

$$\Delta_r H^\circ_{m,298} = \underbrace{\Delta_f H^\circ_{m,298}(CH_4,g)}_{\text{inconnu}} + \underbrace{\Delta_f H^\circ_{m,298}(CO_2,g)}_{\text{donnée}} - \underbrace{\Delta_f H^\circ_{m,298}(CH_3COOH,l)}_{\text{donnée}}$$

formation de $CH_4(g)$: $C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$ $\quad \Delta_r H = \Delta_f H^\circ(CH_4,g)$

Donnée : combustion de CH_4

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(\ell) \quad \Delta_{comb}H^\circ_{m,298}(CH_4, g)$$

$$\Delta_{comb}H^\circ_{m,298}(CH_4,g) = \Delta_f H^\circ_{m,298}(CO_2,g) + 2\Delta_f H^\circ_{m,298}(H_2O,\ell) - \cancel{2\Delta_f H^\circ_{m,298}(O_2,g)} - \Delta_f H^\circ_{m,298}(CH_4,g)$$

$= 0$ corps simple

$$\Delta_f H^\circ_{m,298}(CH_4,g) = \Delta_f H^\circ_{m,298}(CO_2,g) + 2\Delta_f H^\circ_{m,298}(H_2O,\ell) - \Delta_{comb}H^\circ_{m,298}(CH_4,g)$$

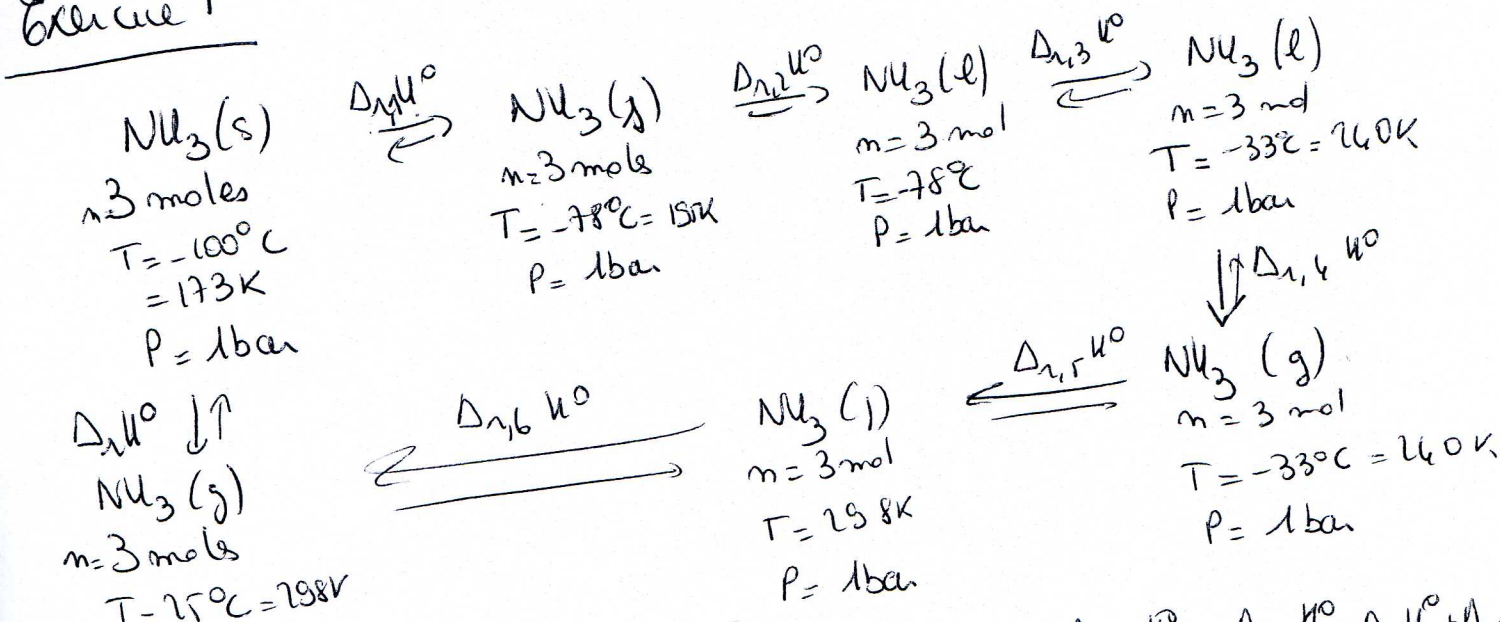
$$= -393 - 2\times 285{,}5 + 893{,}5$$

$$= -70{,}5 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

D'où

$$\Delta_r H^\circ_{m,298} = -70{,}5 - 393 + 486{,}5 = 23 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Exercice 7



Cl $\Rightarrow \Delta_r H^\circ = \Delta_{r1}H^\circ + \Delta_{r2}H^\circ + \Delta_{r3}H^\circ + \Delta_{r4}H^\circ + \Delta_{r5}H^\circ + \Delta_{r6}H^\circ$

Etape 1, 3, 5 Echauffement de T à P = Cte

$$\Delta_{r,i}H^\circ = \int_{T_i}^{T_f} n C_p \, dT \quad \text{or les } C_p \text{ ne dépendent pas de } T$$

$$\Rightarrow \Delta_{r,i}H^\circ = n C_p^\circ \Delta T$$

$\Delta_r U^\circ_1 = n C_p(NH_3, s)\ (T_f - T_i) = 3 \times 35{,}67 \times (195 - 173) = 2354{,}22\ J$

$\Delta_r U^\circ_3 = n C_p(NH_3, \ell)(T_f - T_i) = 3 \times 74{,}82 \times (240 - 195) = 10100{,}7\ J$

$\Delta_r U^\circ_5 = n C_p(NH_3, g)\ (T_f - T_i) = 3 \times 33{,}61 \times (298 - 240) = 5848{,}14\ J$

Etape 2 et 4 Changement d'état à T cte

$\Delta_{r,2} U^\circ = n L_{fus} = 3 \times 5{,}63 \cdot 10^3 = 16{,}89\ kJ$

$\Delta_{r,4} U^\circ = n L_{vap} = 3 \times 23{,}2 \cdot 10^3 = 69{,}6\ kJ$

Etape 6 Chgt de pression

$\Delta_r H = Q_p = \int n C_p\, dT = 0$

ne dépend pas de P

D'où $\Delta_r U^\circ = 2354{,}22 + 16{,}89 \cdot 10^3 + 10100{,}7 + 69{,}6 \cdot 10^3 + 5848{,}14 + 0$

$= 104{,}8\ kJ$.