

Conexion Application chapitre C1

Application 1

On raisonne sur 1L de solution

$$m_{\text{solution}} = 1,84 \text{ kg} \text{ et } m_{\text{solute}} = \frac{98}{100} \times 1,84 \text{ kg} = \frac{98}{100} \times 1840 \text{ g}$$

$$n_{\text{solute}} = \frac{m_{\text{solute}}}{M} = \frac{\frac{98}{100} \times 1840}{98} = 18,4 \text{ mol}$$

$$\text{d'où } c = \frac{n_{\text{solute}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{18,4}{1,0} = \underline{18,4 \text{ mol L}^{-1}}$$

Application 2

$$M_{\text{air}} = \frac{78}{100} M_{\text{N}_2} + \frac{21}{100} M_{\text{O}_2} + \frac{1}{100} M_{\text{Ar}} \approx 29 \text{ g mol}^{-1}$$

$$w_{\text{N}_2} = \frac{m_{\text{N}_2}}{m_{\text{air}}} = \frac{\frac{78}{100} \times M_{\text{N}_2}}{M_{\text{air}}} = \underline{0,78}; \quad p_{\text{N}_2} = \frac{78}{100} p_{\text{atm}} = \underline{0,78 \text{ bar}}$$

$$w_{\text{O}_2} = \frac{m_{\text{O}_2}}{m_{\text{air}}} = \frac{\frac{21}{100} \times M_{\text{O}_2}}{M_{\text{air}}} = \underline{0,23}; \quad p_{\text{O}_2} = \frac{21}{100} p_{\text{atm}} = \underline{0,21 \text{ bar}}$$

$$w_{\text{Ar}} = \frac{m_{\text{Ar}}}{m_{\text{air}}} = \frac{\frac{1}{100} \times M_{\text{Ar}}}{M_{\text{air}}} = \underline{0,02}; \quad p_{\text{Ar}} = \frac{1}{100} p_{\text{atm}} = \underline{0,01 \text{ bar}}$$

Application 3

$$1- m_c = n \times M_c = c \times V \times M_c = 1,0 \cdot 10^{-1} \times 0,2 \times 111 = \underline{2,2 \text{ g}}$$

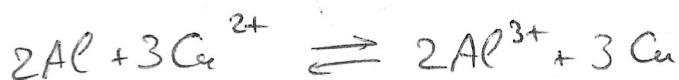
2- le facteur de dilution est :

$$F = \frac{C_{\text{craie}}}{C_{\text{pille}}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-1}}{2,0 \cdot 10^{-3}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-1} \times 10^3}{2} = 50$$

$$\text{d'où } V_{\text{craie}} = \frac{V_{\text{pille}}}{F} = \underline{2,0 \text{ mL}}$$

On prélève 2,0 mL de solution So à l'aide d'une pipette graduée qu'on verse dans un flacon de 200 mL. On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on agite pour homogénéiser.

Application 4



Application 5

(2)

1)

	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$		
Etat initial	n_0	n_0	n_0
Etat final	$n_0 - \xi_f$	$n_0 - 3\xi_f$	$n_0 + 2\xi_f$

2)

$$\begin{cases} n_0 - \xi_{\text{ext}} = 0 \Leftrightarrow \xi_{\text{ext}} = n_0 \\ n_0 - 3\xi_{\text{ext}} = 0 \Leftrightarrow \boxed{\xi_{\text{ext}} = \frac{n_0}{3}} \end{cases} : H_2 \text{ est le réactif limitant.}$$

3)

$$n_0 + 2\xi_f = n_0 + \frac{50}{100} n_0 = \frac{3}{2} n_0 \Rightarrow 2\xi_f = \frac{n_0}{2} \Rightarrow \xi_f = \frac{n_0}{4}$$

D'où le rendement: $\tau = \frac{\xi_f}{\xi_{\text{ext}}} = \frac{n_0/4}{n_0/3} \Rightarrow \tau = \frac{3}{4} = 75\%$

Application 6

	$2NOBr \rightleftharpoons 2NO + Br_2$			$\alpha = \frac{n(NOBr)_{\text{avant réact.}}}{n(NOBr)_0}$ $= \frac{2\xi_f}{n_0} \Rightarrow \xi_f = \alpha \frac{n_0}{2}$
Etat initial	n_0	0	n_0	
Etat final	$n_0 - 2\xi_f = n_0(1-\alpha)$	$2\xi_f = \alpha n_0$	$n_0 + \xi_f = n_0(1 + \frac{\alpha}{2})$	

Application 7



2) Les réactifs ont été introduits dans les proportions

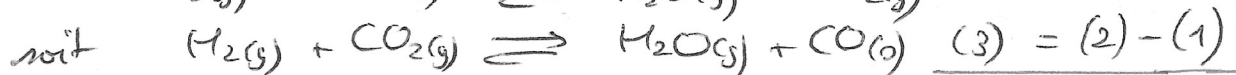
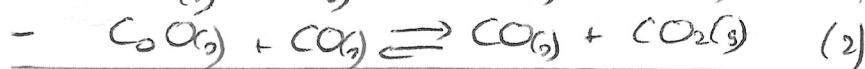
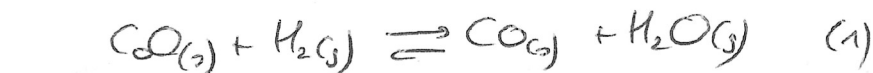
stoechiométriques $\Rightarrow \frac{n_{H_2,i}}{2} = \frac{n_{O_2,i}}{1}$, d'où

$$\frac{1}{2} \frac{V_{H_2,i}}{V_m} = \frac{V_{O_2,i}}{V_m} \quad \text{On en déduit } V_{O_2,i} = \frac{V_{H_2,i}}{2}$$

$V_{O_2,i} = 10 \text{ mL}$

3) $\frac{n_{H_2O,f}}{2} = \frac{n_{H_2,i}}{2} \Rightarrow n_{H_2O,f} = n_{H_2,i}$
 $\Rightarrow n_{H_2O,f} = n_{H_2,i} \times \Pi_{H_2O} = \frac{V_{H_2,i}}{V_m} \times \Pi_{H_2O}$
 $n_{H_2O,f} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{24} \times 18 = \frac{3}{2} \times 10^{-2} = \underline{15 \text{ mg}}$

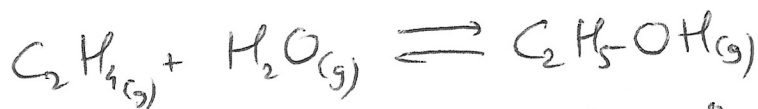
Application 8



$$2) K_1^0 = \frac{1 \times P_{H_2O,eq}/P^0}{1 \times P_{H_2,eq}/P^0}; K_2^0 = \frac{1 \times P_{CO_2,eq}/P^0}{1 \times 1}; K_3^0 = \frac{P_{H_2O,eq}/P^0 \times 1}{P_{H_2,eq}/P^0 \times P_{CO_2,eq}/P^0} \quad (3)$$

$$3) K_3^0 = \frac{P_{H_2O,eq}/P^0}{P_{H_2,eq}/P^0} \times \frac{1}{P_{CO_2,eq}/P^0} \quad \text{d'où} \quad K_3^0 = \frac{K_1^0}{K_2^0}$$

Application 9



$$Q_{5,i} = \frac{P_{C_2H_5OH,i}/P^0}{P_{C_2H_4,i}/P^0 \times P_{H_2O,i}/P^0} = \frac{\frac{n_{C_2H_5OH,i}}{n_{tot}} \times \frac{P_{tot}}{P^0}}{\frac{n_{C_2H_4,i}}{n_{tot}} \times \frac{P_{tot}}{P^0} \times \frac{n_{H_2O,i}}{n_{tot}} \times \frac{P_{tot}}{P^0}} = \frac{n_{C_2H_5OH,i} \cdot n_{tot} \cdot P^0}{n_{C_2H_4,i} \times n_{H_2O,i} \cdot P_{tot}}$$

$$\text{d'où} \quad Q_{5,i} = \frac{1 \times 3 \times 1}{1 \times 1 \times 70} = 4,3 \cdot 10^{-2}$$

$Q_{5,i} > K^0 \Rightarrow$ le système évolue dans le sens indirect.

Application 10

	$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$				Total gaz
Etat initial	10	10	0	0	20
Etat final	$10 - \xi_f$	$10 - \xi_f$	ξ_f	$3\xi_f$	$20 + 2\xi_f$

A l'équilibre $Q_{f,eq} = K^0$

$$Q_{f,eq} = \frac{(P_{CO,eq}/P^0) \times (P_{H_2,eq}/P^0)^3}{(P_{CH_4,eq}/P^0) \times (P_{H_2O,eq}/P^0)} = \frac{\left(\frac{n_{CO,eq}}{n_{tot}} \frac{P_{tot}}{P^0}\right) \times \left(\frac{n_{H_2,eq}}{n_{tot}} \frac{P_{tot}}{P^0}\right)^3}{\left(\frac{n_{CH_4,eq}}{n_{tot}} \frac{P_{tot}}{P^0}\right) \times \left(\frac{n_{H_2O,eq}}{n_{tot}} \frac{P_{tot}}{P^0}\right)}$$

$$= \frac{n_{CO,eq} \times n_{H_2,eq}^3}{n_{CH_4,eq} \times n_{H_2O,eq} \times n_{tot}^2} \times \left(\frac{P_{tot}}{P^0}\right)^2$$

$$\text{d'où} \quad \frac{\xi_f \times (3\xi_f)^3}{(10 - \xi_f) \times (10 - \xi_f) \times (20 + 2\xi_f)^2} \left(\frac{P_{tot}}{P^0}\right)^2 = 15$$

$$\frac{27 \xi_f^4}{4(10 - \xi_f)^2 \times (10 + \xi_f)^2} \times \left(\frac{10}{1}\right)^2 = 15 \Rightarrow \frac{\xi_f^4}{(100 - \xi_f^2)^2} = 0,022$$

soit $\frac{\xi_f^2}{100 - \xi_f^2} = \sqrt{0,022} \approx 0,15 \Rightarrow 1,15 \xi_f^2 = 15$ (4)

d'où $\xi_f = \sqrt{\frac{15}{1,15}} = \underline{3,6 \text{ mol}}$

D'où l'état final (en mol)

$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
6,4	6,4	3,6	10,8

Application 11

On réalise un tableau d'avancement volumique (noté x)

	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{O}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_3(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$			
Etat initial	C_1	C_2	0	0
Etat final	$C_1 - x_f$	$C_2 - x_f$	x_f	x_f

A l'équilibre $Q_{r,eq} = K^0 = 1,6 \cdot 10^{-4}$

$$Q_{r,eq} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]_{eq}/c^0 \times [\text{HO}^-]_{eq}/c^0}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{eq}/c^0 \times [\text{CH}_3\text{O}^-]_{eq}/c^0} = \frac{x_f^2}{(C_1 - x_f)(C_2 - x_f)}$$

K^0 étant faible, on peut supposer la réaction très limitée, et donc effectuer l'approximation $x_f \ll C_1$ et $x_f \ll C_2$,

d'où $\frac{x_f^2}{C_1 C_2} \approx K^0 \Rightarrow x_f = \sqrt{K^0 C_1 C_2}$

$x_f = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-4} \times 0,1 \times 0,3}$ soit $x_f = \underline{2,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$

On a bien $x_f \ll 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $x_f \ll 0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D'où l'état final (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$	$\text{CH}_3\text{O}^-(\text{aq})$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3(\text{aq})$	$\text{HO}^-(\text{aq})$
0,1	0,3	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$

Le rendement de la transformation est :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{2,2 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ soit } \underline{2,2\%}$$

Application 12

(5)

1) On raisonne comme pour une dilution, d'où :

$$C_1' = C_1 \times \frac{20}{40} = \frac{C_1}{2} = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_2' = C_2 \times \frac{20}{40} = \frac{C_2}{2} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

2) Tableau d'avancement volumique :

	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Cl}^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CuCl}_2_{(aq)}$		
Etat initial	C_1'	C_2'	0
Etat final	$C_1' - x_f$	$C_2' - 2x_f$	x_f

A l'équilibre $Q_{r,eq} = K$, d'où

$$Q_{r,eq} = \frac{[\text{CuCl}_2]_{eq}/c^0}{[\text{Cu}^{2+}]_{eq}/c^0 \times ([\text{Cl}^{-}]_{eq}/c^0)^2} = \frac{x_f \times (c^0)^2}{(C_1' - x_f)(C_2' - 2x_f)^2} = 6,3 \quad \text{avec } c^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

K n'est ni élevé, ni faible, donc on ne peut pas faire d'approximation. Par ailleurs, écrire $Q_{r,eq} = K$ revient à résoudre une équation polynomiale de degré 3, ce qu'on ne sait pas faire.

$$3) f(x) = K (C_1' - x)(C_2' - 2x) - x$$

4) Réaction peu avancée $\Leftrightarrow x_f \ll C_1'$ et $x_f \ll C_2'$

On en déduit $x_f \approx 0$ d'où $a = 0$

Réaction quantitative $\Leftrightarrow$ il y a un réactif limitant qui est Cu^{2+} , d'où $x_f = C_1' = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

On en déduit $b = 5,00 \cdot 10^{-4}$

$$5) K = 6,3$$

$$C_{p1}, C_{p2} = 0,05, 0,25$$

def f(x):

$$\text{return } K \times (C_{p1} - x) \times (C_{p2} - 2x) - x$$

print(dichotomie(f, 0, 0,05, precision = 10**-3))

6) Resultat numérique obtenu $\Rightarrow x_p = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ (6)

$$\varepsilon = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{1,2 \cdot 10^{-2}}{5,0 \cdot 10^{-2}} = \frac{1,2}{5,0} = 0,6 \text{ soit } 60\%$$

$\Rightarrow$ il n'est pas possible de faire d'approximation.

7) Etat final (en mol.L^{-1})

$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$	$\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$	$\text{Cl}_2(\text{aq})$
$3,8 \cdot 10^{-2}$	0,24	$1,2 \cdot 10^{-2}$

Application 13

1) $\text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g})$: 1 mole de $\text{I}_2(\text{s})$ donne 1 mole de $\text{I}_2(\text{g})$

$$K^\circ = Q_{r,\text{eq}} = \frac{P_{\text{I}_2,\text{eq}}/P^\circ}{1} = \frac{P_{\text{I}_2,\text{eq}}}{P^\circ} \Rightarrow P_{\text{I}_2,\text{eq}} = K^\circ P^\circ = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ bar}$$

2) D'après la loi des gaz parfaits :

$$P_{\text{I}_2,\text{eq}} V_0 = n_{\text{I}_2,\text{eq}} RT \Rightarrow n_{\text{I}_2,\text{eq}} = \frac{P_{\text{I}_2,\text{eq}} V_0}{RT} = \frac{6,3 \cdot 10^{-2} \times 10^{-3} \times 5,0 \cdot 10^{-3}}{8,31 \times 373}$$

$$n_{\text{I}_2,\text{eq}} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3) * $Q_{r,i} = 0 < K^\circ \Rightarrow$ le système évolue dans le sens direct.

Il peut atteindre l'équilibre car $n_{\text{I}_2(\text{g}),i} > n_{\text{I}_2,\text{eq}}$.

$$\text{D'où } n_{\text{I}_2,\text{g}} = 0,010 \text{ mol} \quad \text{et} \quad n_{\text{I}_2,\text{s}} = 0,020 \text{ mol}$$

* $Q_{r,i} = 0 < K^\circ \Rightarrow$ le système évolue dans le sens direct mais ne peut atteindre l'équilibre

car $n_{\text{I}_2(\text{g}),i} < n_{\text{I}_2,\text{eq}}$. L'état final est un état hors équilibre - la réaction de sublimation a lieu de façon totale, jusqu'à annuler la quantité de matière en $\text{I}_2(\text{s})$

$$\text{D'où } n_{\text{I}_2(\text{g})} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{et} \quad n_{\text{I}_2(\text{s})} = 0$$

Application 14

Tableau d'avancement volumique.

1)	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^{-}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{aq})$			
Etat initial	C_0	excès	0	0
Etat final	$C_0 - x$	excès	x	x

$$c = c_0 - x \Rightarrow x = c - c_0 = 0,81 - 0,046 = 0,76 \text{ mol.L}^{-1} \quad (7)$$

$$K^0 = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_{\text{eq}}/c^0 \times [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}}/c^0}{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_{\text{eq}}/c^0 \times 1} = \frac{x^2}{c_0 - x}$$

$$K^0 = \frac{0,76^2}{0,046} \Rightarrow \underline{K^0 = 13}$$

2) Après ajout de 0,5 mol d'éthanoate d'éthyle :

$$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_i = \frac{0,046 \times V_0 + 0,5}{V_0} = 0,046 + \frac{0,5}{0,5} = 1,046 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{s,i} = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_i \times [\text{CH}_3\text{COOH}]_i}{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_i \times c^0} = \frac{0,76^2}{1,046} = 0,56 < K^0$$

$\Rightarrow$ le système évolue dans le sens direct, celui de la formation des produits.

3) Après ajout de 0,5 mol d'éthanol

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_i = \frac{0,76 \times V_0 + 0,5}{V_0} = 0,76 + \frac{0,5}{0,5} = 1,76 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{s,i} = \frac{1,76^2}{0,046} = 29 > K^0$$

$\Rightarrow$ le système évolue dans le sens indirect, celui de la formation des réactifs