

TN1 - TD.

Exercice 1

$$Q1. [Ca^{2+}] = \frac{C_m(Ca^{2+})}{n(Ca)} \quad \text{AN: } [Ca^{2+}] = \frac{0,202}{40,1} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[Hg^{2+}] = \frac{C_m(Hg^{2+})}{n(Hg)} \quad \text{AN: } [Hg^{2+}] = \frac{0,36}{24,3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[HCO_3^-] = \frac{C_m(HCO_3^-)}{n(H) + n(C) + 3n(O)} \quad \text{AN: } [HCO_3^-] = \frac{0,402}{61} = 6,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = \frac{C_m(SO_4^{2-})}{n(S) + 4n(O)} \quad \text{AN: } [SO_4^{2-}] = \frac{0,306}{96,1} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

Q2. Pression partielle en CO :

$$P(CO) = \frac{n(CO)RT}{V} = \frac{m(CO)RT}{n(CO)V} = C_m(CO) \frac{RT}{n(CO)}$$

$$\text{AN: } P(CO) = \frac{0,100 \cdot 10^{-3}}{1} \cdot \frac{8,314 \cdot 293}{(12 + 16) \cdot 10^{-3}} = 8700 \text{ Pa}$$

Exercice 2



Q2 Dans les proportions stoechiométriques
 $n(\text{Zn}) = n(\text{S})$ donc $\frac{m(\text{Zn})}{n(\text{Zn})} = \frac{m(\text{S})}{n(\text{S})}$

$$\Rightarrow \boxed{m(\text{S}) = \frac{n(\text{S})}{n(\text{Zn})} \times m(\text{Zn})} \quad \text{AN : } m(\text{S}) = \frac{32,1}{65,4} \times 6,5 \\ = 3,2 \text{ g}$$

$$\text{Et } n(\text{ZnS})_{\text{formé}} = n(\text{S})_{\text{consommé}} = \frac{m(\text{Zn})}{n(\text{Zn})}$$

$$\text{AN : } n(\text{ZnS})_{\text{formé}} = \frac{6,5}{65,4} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$



$$n(\text{H}_2\text{S})_{\text{formé}} = n(\text{ZnS})_{\text{conso}} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$V = n \times V_m \quad \text{avec } V_m = \frac{RT}{P}$$

$$\text{AN : } V_m = \frac{8,314 \cdot 293}{10 \cdot 10^5} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 24 \cdot 10^{-3} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,24 \text{ L}$$

A l'état final : il reste de l'acide chlorhydrique (introduit en excès), du chlorure de zinc solide et du sulfure d'hydrogène gazeux.

Exercice 3 :

Q1. $n(N_2) = \frac{m}{M(N_2)}$

AN : $n(N_2) = \frac{486 \cdot 10^{-3}}{24,3} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$n(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m}$ avec $V_m = \frac{RT}{P} (= 22,4 \text{ L/mol})$

$n(O_2) = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 273} = 2,2 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$



EI	$2,00 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	0
Eint	$2,00 \cdot 10^{-2} - 2\xi$	$2,2 \cdot 10^{-1} - \xi$	2ξ
EF	$2,00 \cdot 10^{-2} - 2\xi_{\max} = 0$	$2,2 \cdot 10^{-1} - \xi_{\max} = 0,21 \text{ mol}$	$2\xi_{\max} = 0,02 \text{ mol}$

Q3. Hypothèse ① : N_2 est le réactif limitant
 $\Rightarrow \xi_{\max ①} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Hypothèse ② : O_2 est le réactif limitant
 $\Rightarrow \xi_{\max ②} = 2,2 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$

$\xi_{\max 1} < \xi_{\max 2}$ donc Ng est le réactif limitant, et $\xi_{\max} = 100 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Q4. A l'état final, il reste $V = 0,21 \times 22,4 = 4,7 \text{ L}$ de dioxygène et il s'est formé $m = 0,02 \times (24,3 + 16) = 0,806 \text{ g}$ de magnésie.

Exercice 5

Q1. A l'état initial, il y a :

- des ions Ca^{2+} ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$)
- des ions NO_3^-
- des ions NH_4^+ ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{HPO}_4^{2-}$)
- des ions HPO_4^{2-}
- de l'ammoniac NH_3

Tableau d'avancement :

	$5\text{Ca}^{2+} + 3\text{HPO}_4^{2-} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 4\text{NH}_4^+$					
EI	n_0	n_1	n_2	excès	0	$2n_1$
Eint	$n_0 - 5\xi$	$n_1 - 3\xi$	$n_2 - 4\xi$	excès	ξ	$2n_1 + \xi$
EF	$n_0 - 5\xi_f$	$n_1 - 3\xi_f$	$n_2 - 4\xi_f$	excès	ξ_f	$2n_1 + \xi_f$

$$\frac{n(\text{hydroxyap.})_{\text{formé}}}{1} = \frac{n(\text{Ca}^{2+})_{\text{cons}}}{5} = \frac{n(\text{HPO}_4^{2-})_{\text{cons}}}{3}$$

Il faut donc apporter $0,010 \times 5 = 50 \cdot 10^{-2}$ mol de Ca^{2+}

et $0,010 \times 3 = 30 \cdot 10^{-2}$ mol de HPO_4^{2-} .

$$\text{Or } \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{1} = \frac{n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)}{1} \quad \text{et} \quad \frac{n(\text{HPO}_4^{2-})}{1} = \frac{n(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4}{1}$$

$$\text{D'où } m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 50 \cdot 10^{-2} \times M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$$

$$= 50 \cdot 10^{-2} \times 164 = 8,2 \text{ g.}$$

$$\text{et } m(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 = 30 \cdot 10^{-2} \times 132 = \underline{4,0 \text{ g.}}$$



ET	excès	excès	0	0	0
E int	excès	excès	5 ₃	3 ₃	4 ₃
EF	excès	excès	5 _{3t}	3 _{3t}	4 _{3t}

A l'équilibre $Q_{\text{réq}} = K^0$

$$\text{D'où } \frac{(4_{3t}/V)^4 / c^4 \times (3_{3t}/V)^3 / c^3 \times (5_{3t}/V)^5 / c^5}{1} = 10^{-62,7}$$

$$\text{On note } [\text{Ca}^{2+}]_{\text{eq}} = c \Rightarrow c = \frac{5_{3t}}{V} \Rightarrow \frac{V_{3t}}{V} = \frac{c}{5}$$

$$\left(4 \frac{c}{5}\right)^4 \times \left(3 \frac{c}{5}\right)^3 \times \left(5 \frac{c}{5}\right)^5 = 10^{-62,7} \cdot (c^0)^{-12}$$

$$\frac{256}{625} c^4 \times \frac{27}{125} c^3 \times c^5 = 10^{-62,7}$$

$$c^{12} \times \frac{6912}{78125} = 10^{-62,7}$$

$$c = \left(\frac{10^{-62,7} \cdot 78125}{6912} \right)^{1/12}$$

$$\underline{c = 7,29 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Exercise 7:

$$Q1. \quad K^0(T) = \frac{(P_{\text{NH}_3}/P^0)^2}{(P_{\text{N}_2}/P^0)(P_{\text{H}_2}/P^0)^3}$$

$$Q2 \quad P_{\text{NH}_3} = x_{\text{NH}_3} P$$

$$P_{\text{H}_2} = x_{\text{H}_2} P$$

$$P_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} P$$

$$Q3 \quad K^0(T) = \frac{x_{\text{NH}_3}^2}{x_{\text{N}_2} x_{\text{H}_2}^3} \cdot \left(\frac{P^0}{P_{\text{tot}}} \right)^2$$

Q4. Si les réactifs sont introduits dans les proportions stoechiométriques : $\frac{n_0(N_2)}{1} = \frac{n_0(H_2)}{3}$

$$\text{et } n(N_2)(t) = n_0(N_2) - \xi$$

$$n(H_2)(t) = n_0(H_2) - 3\xi = 3n_0(N_2) - 3\xi = 3n(N_2)(t)$$

$$x_{H_2}(t) = \frac{n(H_2)(t)}{n_{\text{tot}}} = \frac{3n(N_2)(t)}{n_{\text{tot}}} = 3x_{N_2}(t)$$

$$x_{N_2} + x_{H_2} + x_{NH_3} = 1$$

$$\hookrightarrow x_{N_2} + x_{NH_3} = 1 \Rightarrow x_{N_2} = \frac{1 - x_{NH_3}}{4}$$

$$\text{et } x_{H_2} = \frac{3}{4}(1 - x_{NH_3})$$

$$K^0 = \frac{x_{NH_3}^2}{\left(\frac{1 - x_{NH_3}}{4}\right) \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^3 (1 - x_{NH_3})^3} \left(\frac{p^0}{p_{\text{tot}}}\right)^2$$

$$K^0 = \frac{256 x_{NH_3}^2}{27 (1 - x_{NH_3})^4} \left(\frac{p^0}{p_{\text{tot}}}\right)^2$$

AN : Pour $p_{\text{tot}} = 10 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 10^7 \text{ Pa} = 10^2 \text{ bar}$
 $x_{NH_3} \approx 20/100$ à 700 K

$$\Rightarrow K^0(700 \text{ K}) = \frac{64 \cdot 0,20^2}{9(1 - 0,20)^3} \left(\frac{1}{10^2}\right)^2 = \underline{\underline{9,26 \cdot 10^{-5}}}$$