

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

TD1

Ex 1.

$$1. \quad s = \frac{2}{5 \times 10^{-3}} = 400 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} > 350 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \text{non}$$

$$s' = \frac{3}{10 \times 10^{-3}} = 300 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < 350 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \text{oui}$$

$$2. \quad \text{solution saturée} \quad C_m = s = 350 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow C = \frac{C_m}{M} = \frac{350}{249,6} = 1,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$\Rightarrow [\text{Cu}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 1,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$4. \quad K_s = [\text{Cu}^{2+}]_{\text{eq}} \times [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{eq}} = 1,4 \times 1,4 = 2,0$$

Ex 2

$$1. \quad s = 9,17 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow s \times M = 9,17 \times 10^{-9} \times 234,8 = 2,15 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

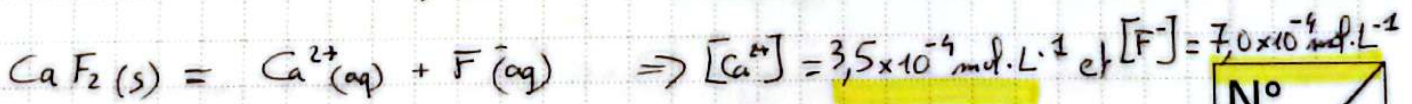
soit 2,15 μg ce qui est très très peu $\Rightarrow$ quasiment insoluble dans l'eau

$$2. \quad C = 9,17 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow [\text{Ag}^+] = [\text{I}^-] = 9,17 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$3. \quad K_s = [\text{Ag}^+]_{\text{eq}} \times [\text{I}^-]_{\text{eq}} = (9,17 \times 10^{-9})^2 = 8,4 \times 10^{-17}$$

Ex 3

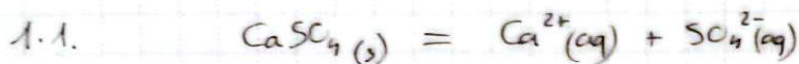
$$1. \quad C = \frac{m}{V} = \frac{m}{M \times V} = \frac{0,027}{78,1 \times 1} = 3,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



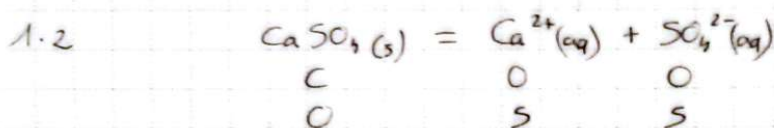
$$2. \quad K_s = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{eq}} \times [\text{F}^-]_{\text{eq}}^2 = 3,5 \times 10^{-4} \times (7,0 \times 10^{-4})^2 = 1,7 \times 10^{-10}$$



Ex 4



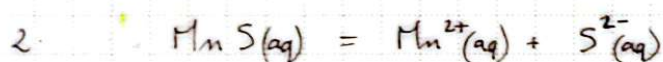
$$K_s = [\text{Ca}^{2+}]_x [\text{SO}_4^{2-}]_y = C^2 \Rightarrow C = \sqrt{K_s} = \sqrt{25 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$\Rightarrow S = [\text{Ca}^{2+}] = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Rightarrow S_m = S \times M = 5 \times 10^{-3} \times 136,2 = 0,68 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

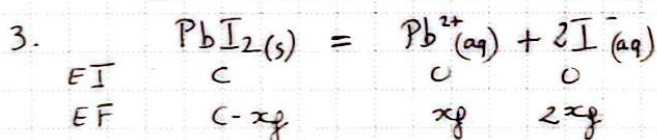
1.3 $S_m = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{S_m} = \frac{2,72}{0,68} = 4 \text{ L d'eau}$



$$\left\{ \begin{array}{l} [\text{Mn}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{1,3}{87 \times 0,5} = 0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ \text{si le précipité se dissout totalement. (état max)} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [\text{Mn}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = \sqrt{K_s} = \sqrt{25 \times 10^{-10}} = 1,6 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ \text{si l'équilibre est atteint avant de tout dissoudre (état équilibre)} \end{array} \right.$$

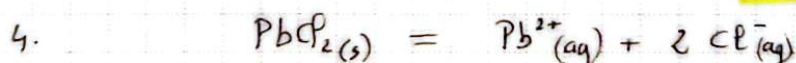
Sachant que $[\text{Mn}^{2+}] = 0$ au départ, elle atteint la valeur de $1,6 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ avant d'atteindre $0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ donc elle atteint l'équilibre avant l'état max donc on ne peut pas tout dissoudre



Si état max, $xg = C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{2,0}{461 \times 0,1} = 0,043 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Si équilibre $K_s = [\text{Pb}^{2+}] [\text{I}^{-}]^2 = x \times (2xg)^2 = 4xg^3 \Rightarrow xg = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = 0,0013 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$\Rightarrow$ état d'équilibre avant l'état max $\Rightarrow$ on ne dissout pas tout



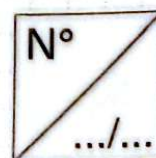
Cas (1) si état max $xg = C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,04}{278,2 \times 0,01} = 1,4 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

si état equ $K_s = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^{-}]^2 = xg \times (2xg)^2 = 4xg^3 \Rightarrow xg = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$\Rightarrow$ état max avant l'équilibre $\Rightarrow$ on dissout tout

Cas (2) max $\Rightarrow xg = 4,3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ equ $\Rightarrow xg = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$\Rightarrow$ equ avant max $\Rightarrow$ on ne dissout pas tout



Ex 1

$$1. K = \frac{[NH_3]_{eq} \times [CH_3COOH]_{eq}}{[NH_4^+]_{eq} \times [CH_3COO^-]_{eq}}$$



$$3. K' = \frac{[CH_3COO^-]_{eq} \times [NH_4^+]_{eq}}{[NH_3]_{eq} \times [CH_3COOH]_{eq}} = \frac{1}{K} = 2,5 \times 10^{-9}$$

Ex 2

$$1. K = \frac{[HI]_{eq}^2}{[H_2]_{eq} \times [I_2]_{eq}} = \frac{0,250^2}{0,064 \times 0,016} = 61$$

$$2. K = \frac{[CO_2]_{eq} \times [CH_4]_{eq}}{[CO]_{eq}^2 \times [H_2]_{eq}^2} = \frac{4,12 \times 10^{-4} \times 5,14 \times 10^{-4}}{(4,3 \times 10^{-6})^2 \times (1,15 \times 10^{-5})^2} = 8,7 \times 10^{29}$$

$$3. K = \frac{[HCl]_{eq}^2}{[H_2]_{eq} \times [Cl_2]_{eq}} \Rightarrow [HCl]_{eq} = \sqrt{K \times [H_2]_{eq} \times [Cl_2]_{eq}} = \sqrt{4 \times 10^3 \times (10^{-10})^2} = 0,63 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$4. K = \frac{[NH_3]_{eq}^2}{[N_2]_{eq} \times [H_2]_{eq}^3} \Rightarrow [N_2] = \frac{[NH_3]_{eq}^2}{K \times [H_2]_{eq}^3} = \frac{0,050^2}{6,0 \times 10^{-2} \times (0,25)^3} = 2,67 \text{ mol.L}^{-1}$$

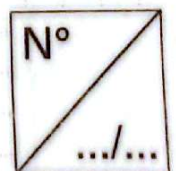
Ex 3

$$K = \frac{[CH_3COOCH_3]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq} \times [CH_3OH]_{eq}}$$

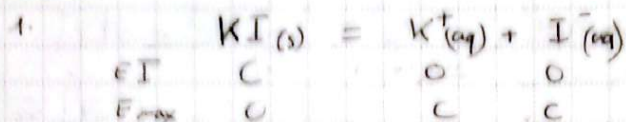
1. le système va vouloir reformer l'ester qui a disparu $\Rightarrow$ sens 1

2. idem

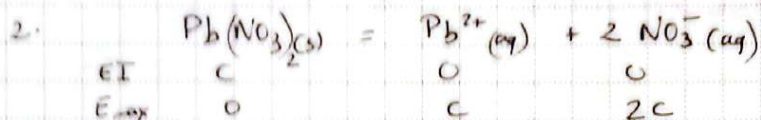
3. la réaction est exothermique donc la variation de T ne déplace pas l'équilibre



Ex 1



$$\Rightarrow [\text{I}^-] = C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V} = \frac{0,3}{166 \times 0,020} = 9,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$[\text{Pb}^{2+}] = C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V} = \frac{0,3}{331,2 \times 0,020} = 4,5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. On ajoute 20 mL + 20 mL, il y a donc une dilution par 2

$$\text{donc } [\text{I}^-] = 4,5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ et } [\text{Pb}^{2+}] = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$4.2. \quad Q_{r,i} = [\text{Pb}^{2+}]_i \times [\text{I}^-]_i^2 = 2,3 \times 10^{-2} \times (4,5 \times 10^{-2})^2 = 4,66 \times 10^{-5}$$

4.3. $Q_{r,i} > K_s$ donc évolution dans le sens 2 (indirect) donc précipitation

Ex 2

$$1. \quad [\text{Pb}^{2+}] = C_1 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$2. \quad [\text{Cl}^-] = C_2 = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. on ajoute 10 mL + 10 mL, il y a donc dilution par 2

$$\Rightarrow [\text{Pb}^{2+}]_i = 0,5 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ et } [\text{Cl}^-]_i = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$4.2. \quad Q_{r,i} = [\text{Pb}^{2+}]_i \times [\text{Cl}^-]_i^2 = 0,5 \times 10^{-1} \times (1,0 \times 10^{-1})^2 = 5 \times 10^{-4}$$

4.3. $Q_{r,i} > K_s \Rightarrow$ réaction en sens inverse $\Rightarrow$ précipitation

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Ex 3

$$[Ca^{2+}]_i = \frac{C_1}{2} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad [SO_4^{2-}]_i = \frac{C_2}{2} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

car dilution par 2 quand on fait le mélange

$$Q_{r,i} = [Ca^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = 1,0 \times 10^{-2} \times 2,0 \times 10^{-4} = 2,0 \times 10^{-6}$$

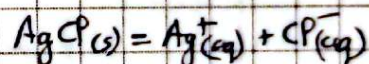
 $Q_{r,i} < K_s$ donc évolution ds le sens $\rightarrow$ pas précipitation

Ex 4

Quand on mélange les 2 solutions, Ag^+ est dilué 3 fois (100 mL dans 300 mL) et CP^- est dilué au $\frac{2}{3}$ (200 mL ds 300 mL)

$$\Rightarrow [Ag^+]_i = \frac{C_1}{3} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow [CP^-]_i = \frac{C_2 \times 2}{3} = 6,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$



$$Q_{r,i} = [Ag^+]_i \times [CP^-]_i = 2,0 \times 10^{-4} \times 6,0 \times 10^{-3} = 12,0 \times 10^{-7}$$

 $Q_{r,i} > K_s$ donc évolution ds le sens $\leftarrow$ donc précipitation

Ex 5

Pb^{2+} est dilué 4 fois et SO_4^{2-} est dilué $\frac{3}{4}$ de fois par le mélange

$$\Rightarrow [Pb^{2+}]_i = \frac{C_1}{4} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow [SO_4^{2-}]_i = \frac{C_2 \times 3}{4} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$



$$Q_{r,i} = [Pb^{2+}]_i \times [SO_4^{2-}]_i = 0,4 \times 10^{-3} \times 1,8 \times 10^{-3} = 7,2 \times 10^{-7}$$

 $Q_{r,i} > K_s$ donc évolution dans le sens inverse. donc précipitation

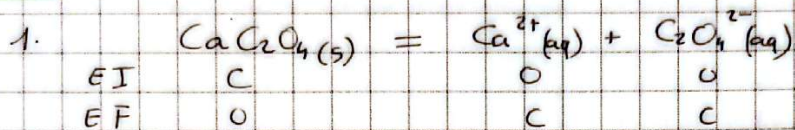
N°

.../

Ex 1

voir TD1, ex 4 q 1.1, 1.2, 1.3

Ex 2



$$\Rightarrow K_s = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{eq}} \times [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_{\text{eq}} = C^2 \Rightarrow C = \sqrt{K_s} = \sqrt{36 \times 10^{-9}} = 6,5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$2. \quad \text{solubilité molaire} = C = 6,5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

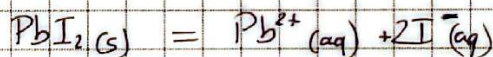
$$\text{solubilité massique} = C \times M = 7,7 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$3. \quad 7,7 \times 10^{-3} \text{ g} \leftrightarrow 1 \text{ L}$$

$$938 \text{ g} \leftrightarrow ? \quad 50 \text{ L}$$

Ex 3

idem TD1, ex 4, q2 mais autre manière de résoudre



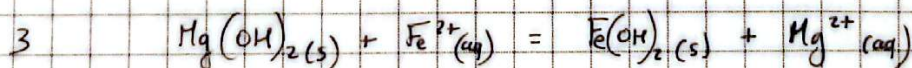
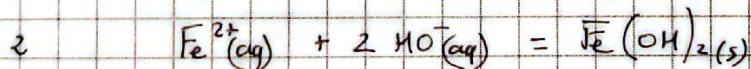
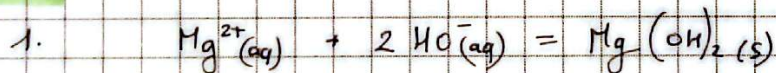
$$\text{si tout est dissout, } [\text{Pb}^{2+}] = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{2,0}{461 \times 0,1} = 4,3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{et } [\text{I}^{-}] = 2 \times [\text{Pb}^{2+}] = 8,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$Q_{r,i} = [\text{Pb}^{2+}]_i \times [\text{I}^{-}]_i^2 = 4,3 \times 10^{-2} \times (8,6 \times 10^{-2})^2 = 3,2 \times 10^{-4}$$

$Q_{r,i} > K_s \rightarrow \text{évolution dans le sens } \rightleftharpoons \Rightarrow \text{précipitation}$

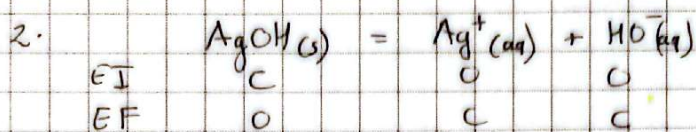
Ex 4



4. on voit que le précipité d'hydroxyde fer se fait plus facilement que l'hydroxyde de magnésium donc $K_s_{\text{Fe}(\text{OH})_2} < K_s_{\text{Mg}(\text{OH})_2}$

Ex 1

$$1. \quad [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-\text{pH}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10,2}} = 10^{-3,8} = 1,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

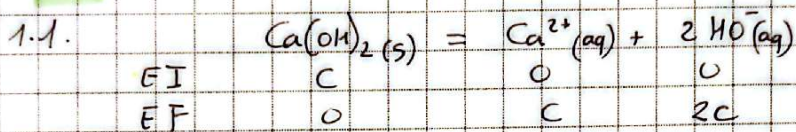


$$\Rightarrow C_{\text{AgOH}} = 1,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$S = C = 1,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$3. \quad K_s = [\text{Ag}^+]_{\text{eq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{eq}} = (1,6 \times 10^{-4})^2 = 2,5 \times 10^{-8}$$

Ex 2

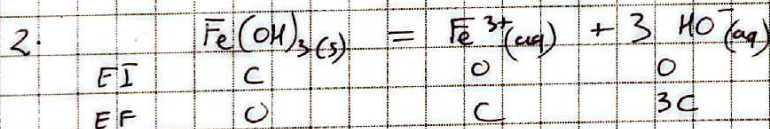


$$S = C \Rightarrow C = 1,3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Rightarrow [\text{Ca}^{2+}] = 1,3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{et} \quad [\text{HO}^-] = 2,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$1.2. \quad \text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]) = -\log\left(\frac{10^{-14}}{[\text{HO}^-]}\right) = -\log\left(\frac{10^{-14}}{2,6 \times 10^{-2}}\right) = 12,4$$

$$1.3. \quad K_s = [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{HO}^-]^2 = C \times (2C)^2 = 4C^3 = 4 \times (1,3 \times 10^{-2})^3 = 8,8 \times 10^{-6}$$



$$\Rightarrow C = 9,3 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow [\text{Fe}^{3+}] = 9,3 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{et} \quad [\text{HO}^-] = 27,9 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 4,5$$

$$K_s = [\text{Fe}^{3+}] \times [\text{HO}^-]^3 = C \times (3C)^3 = 27C^4 = 2,51 \times 10^{-9}$$

Ex 3



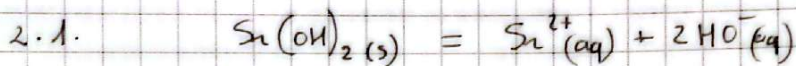
$$\Rightarrow Q_2 = [\text{Hg}^{2+}] \times [\text{HO}^-]^2 \quad \text{qd la précipité apparaît, on a } Q_2 = K_s$$

$$1.2. \quad [\text{HO}^-]_{\text{eq}} = \sqrt{\frac{K_s}{[\text{Hg}^{2+}]_{\text{eq}}}} = \sqrt{\frac{1,82 \times 10^{-11}}{1,1 \times 10^{-2}}} = 4,1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]) = -\log\left(\frac{10^{-14}}{[\text{HO}^-]}\right) = -\log\left(\frac{10^{-14}}{4,1 \times 10^{-5}}\right) = 9,6$$

N°

.../.



$Q_r = [\text{Sn}^{2+}] \times [\text{HO}^{-}]^2$ qd le précipité apparaît $Q_r = K$

2.2. $[\text{HO}^{-}]_{\text{eq}} = \sqrt{\frac{K_s}{[\text{Sn}^{2+}]_{\text{eq}}}} = 7,3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$\text{pH} = 12,9$

3.1. C'est $\text{Mg}(\text{OH})_2$ qui apparaît en 1^{er} car $9,6 < 12,9$

le pH doit être compris entre 9,6 et 12,9 pour avoir 1 seul précipité.

3.2. $\text{pH} = 11 \Rightarrow [\text{HO}^{-}] = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

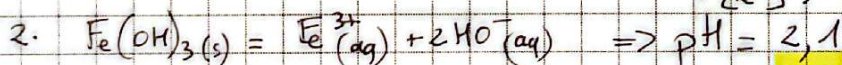
$\Rightarrow [\text{Mg}^{2+}] = \frac{K_s}{[\text{HO}^{-}]^2} = \frac{1,82 \times 10^{-11}}{(10^{-3})^2} = 1,82 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

pourcentage Mg^{2+} restant : $\frac{1,82 \times 10^{-5}}{1,1 \times 10^{-2}} = 0,002 = 0,2\% \Rightarrow \text{tout a précipité.}$

Ex 4



$\text{pH} = -\text{Pog}([\text{HO}^{-}]) = -\text{Pog}\left(\frac{10^{-14}}{[\text{Fe}^{2+}]}\right) = -\text{Pog}\left(\frac{10^{-14}}{\sqrt{\frac{K_s}{[\text{Fe}^{2+}]}}}\right) = -\text{Pog}\left(\frac{10^{-14}}{\sqrt{\frac{7,9 \times 10^{-16}}{1,0 \times 10^{-2}}}}\right) = 7,5$



3. pour séparer les ions, il faut en faire précipiter 1 seul $\Rightarrow$ se placer entre

$\text{pH} = 2,1$ et $\text{pH} = 7,5$

Ex 5

1. En s'aidant de l'exercice précédent, $\text{pH} = 2,0$

2. $\text{pH} = 4,9$

3. $\text{pH} = 5,4$

4.1. $[\text{HO}^{-}] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^{+}]} = \frac{10^{-14}}{10^{-\text{pH}}} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

4.2. $[\text{Fe}^{3+}] = \frac{K_s}{[\text{HO}^{-}]^3} = \frac{2,5 \times 10^{-38}}{(10^{-9})^3} = 2,5 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ % restant $\frac{2,5 \times 10^{-11}}{3,0 \times 10^{-2}} = 8,3 \times 10^{-8}\%$

4.3. $[\text{Cu}^{2+}] = \frac{K_s}{[\text{HO}^{-}]^2} = \frac{2,0 \times 10^{-2}}{(10^{-9})^2} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ % restant $\frac{2,0 \times 10^{-2}}{3,0 \times 10^{-2}} = 67\%$

4.4. il reste des ions cuivre que l'on réduit avec du Zn puis électrolyse pour récupérer Zn

ne rien
écrire
dans

la
partie
barrière

N°

.../...