

# Réactions en solution aqueuse

## TD Equilibres de précipitation

### Exercice 1 :

On mélange 100 mL d'une solution  $1,00 \cdot 10^{-4}$  mol/L de nitrate de plomb ( $\text{Pb}^{2+}, 2\text{NO}_3^-$ ) à 30 mL d'une solution  $1,00 \cdot 10^{-3}$  mol/L de fluorure de sodium ( $\text{Na}^+, \text{F}^-$ ).

Y-a-t-il formation d'un précipité de fluorure de plomb ?  $K_s(\text{PbF}_{2(s)}) = 2,7 \cdot 10^{-8}$ .

### Exercice 2 :

Dans 1 L de solution de chlorure de calcium à 0,300 mol/L, on ajoute une solution de soude à 4,00 mol/L.

Soit V le volume de soude versé à l'instant où le précipité d'hydroxyde de calcium  $\text{Ca}(\text{HO})_{2(s)}$  apparaît. Calculer le pH puis le volume V.

On donne  $K_s(\text{Ca}(\text{HO})_{2(s)}) = 8 \cdot 10^{-6}$ .

Rq : on néglige la dilution due à l'ajout de soude.

### Exercice 3 :

Quelle masse de chromate de cuivre précipite lorsqu'on ajoute 100 mL d'une solution à  $3,00 \cdot 10^{-2}$  mol/L de chromate de potassium ( $2\text{K}^+, \text{CrO}_4^{2-}$ ) à 200 mL d'une solution à  $6,00 \cdot 10^{-3}$  mol/L de nitrate de cuivre ( $\text{Cu}^{2+}, 2\text{NO}_3^-$ ).

$M_{\text{Cu}} = 63,5$  g/mol.

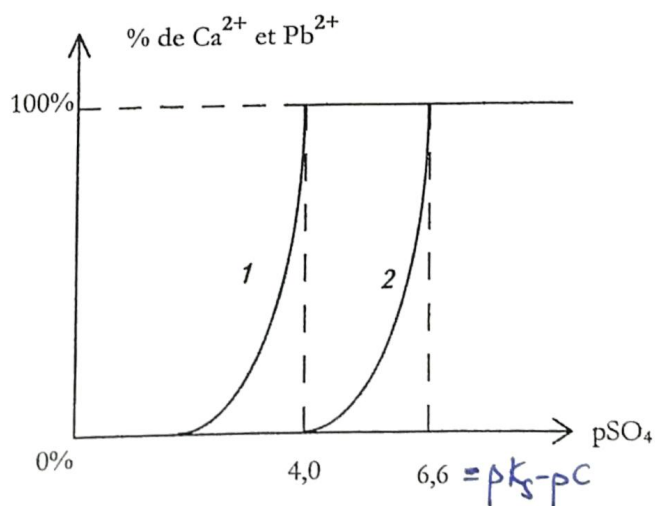
$K_s(\text{CuCrO}_{4(s)}) = 4 \cdot 10^{-6}$

$M_{\text{Cr}} = 52$  g/mol

### Exercice 4 :

On ajoute une solution de sulfate de sodium à une solution de chlorure de calcium et de nitrate de plomb. (Chacune à 0,1 mol/L). On sait que le sulfate de plomb est moins soluble que le sulfate de calcium.

Une simulation donne le diagramme de distribution :



1) Identifier chacune des courbes.

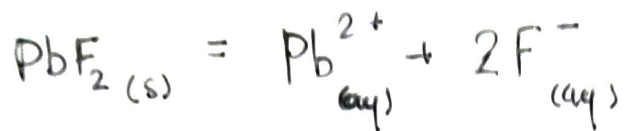
2) En déduire le produit de solubilité des précipités suivants :

-  $\text{CaSO}_4$

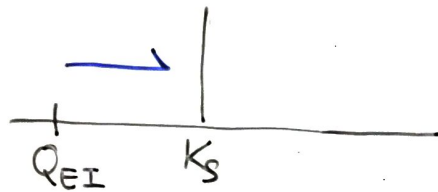
-  $\text{PbSO}_4$

## EXCIPRECIP

1



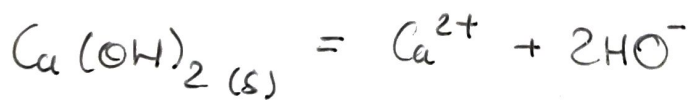
$$\begin{aligned} Q_{EI} &= [\text{Pb}^{2+}]_0 [\text{F}^{-}]_0^2 \\ &= \left( \frac{100 \cdot 10^{-4}}{130} \right) \left( \frac{30 \cdot 10^{-3}}{130} \right)^2 \\ &= 4 \cdot 10^{-12} \\ &\leq K_s \end{aligned}$$



pas de précipitation.

2

chlorure de calcium:  $(\text{Ca}^{2+}, \text{Cl}^{-})$   
soude:  $(\text{Na}^{+}, \text{OH}^{-})$



précipitation débute  $\Leftrightarrow Q_{EI} \geq K_s$

$$\Leftrightarrow [\text{Ca}^{2+}]_0 [\text{HO}^{-}]_0^2 \geq K_s$$

$$\Leftrightarrow [\text{HO}^{-}]_0 \geq \sqrt{\frac{K_s}{c}} = 5,2 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

car  $[\text{HO}^{-}]_0 = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^{+}]_0}$

$$\Leftrightarrow \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^{+}]_0} \geq 5,2 \cdot 10^3$$

$$\Leftrightarrow [H_3O^+]_0 \leq 1,44 \cdot 10^{-12}$$

$$\Leftrightarrow pH \geq 11,7$$

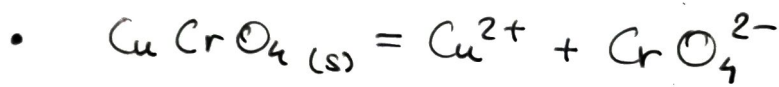
$$[HO^-]_0 = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} = \frac{4 \cdot V}{1L + V} = \frac{4 \cdot V}{1} \quad \text{on néglige } V \text{ devant } 1L$$

$$\text{d'où } V = \frac{5,2 \cdot 10^{-3}}{4} = 1,3 \cdot 10^{-3} L = \boxed{1,3 \text{ mL}}$$

car  $1L \gg V$   
 vérifie l'hypothèse

3

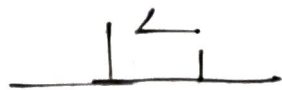
remq vérifions qu'il y a précipitation.



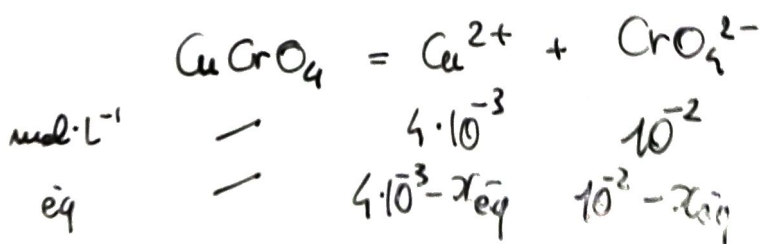
$$\bullet Q_{PI} = [Cu^{2+}]_0 [CrO_4^{2-}]_0$$

$$= \frac{200 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{300} \cdot \frac{100 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{300}$$

$$= 4 \cdot 10^{-5} > K_S$$



il y a bien précipitation.



LAM:  $K_s = Q_{EI}$

ie  $4,10^{-6} = (4 \cdot 10^{-3} - x_{eq})(10^{-2} - x_{eq})$

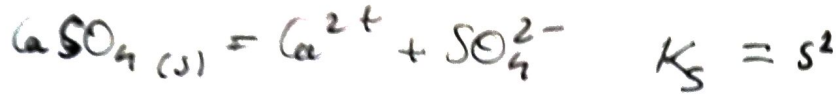
ie  $x_{eq} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  et pas l'autre sinon

$4 \cdot 10^{-3} - x_{eq} < 0$ , de tirant.

$$\begin{aligned} \xi_{eq} &= x_{eq} \cdot V = 3,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \\ &= 1,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{précipité}} &= \xi_{eq} \cdot M_{\text{CuCrO}_4} \\ &= 1,02 \cdot 10^{-3} \cdot (M_{\text{Cu}} + M_{\text{Cr}} + 4M_{\text{O}}) \\ &= 0,18 \text{ g} \end{aligned}$$

4/1



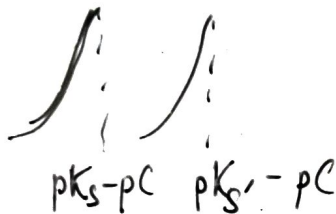
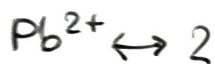
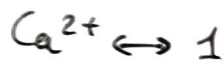
EI

$$\begin{array}{ccc} n_0 & 0 & 0 \\ n_0 - s'V & s'V & s'V \end{array}$$

eq

" (...) moins soluble que (...) "

$$\Rightarrow s' < s \quad \text{ie } K_S' < K_S \quad \text{ie } pK_S' > pK_S$$



4/2

$$\begin{aligned} pK_S' - pC &= 6,6 \Rightarrow pK_S' = 6,6 + pC \\ &= 6,6 + \log 0,1 \\ &= 7,6 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow K_S' = 10^{-7,6}$$

$$\text{De même, } pK_S = 5 \Rightarrow K_S = 10^{-5}$$