

LC24: Solubilité

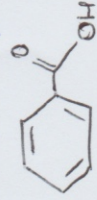
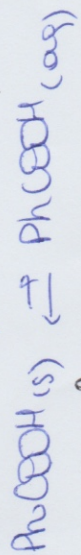
Prévisions.

intre:

animation: on a de l'eau dans laquelle on met du sel (on délut le sel & dissout) puis

pe marais solants.

ex: acide benzoïque:



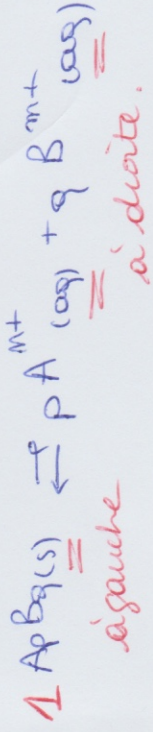
$pK_a = 4,2$. ($C_6H_5O_2$)

Transition: Lorsqu'il est tel ex hétérogène, on peut le dissoudre (c'est à dire) une réaction de dissolution.

3) Réaction de dissolution:

→ équation de dissolution.

ex: par un composé ionique de manière gale



I) Equilibre de solubilité:

on peut considérer la dissolution de gaz ou de solides de type de solvant

1) Cadre de la leçon:

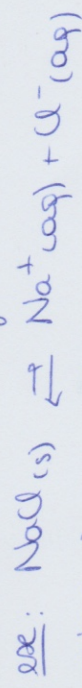
→ dissolution d'un solide dans un solvant

→ cette conditⁿ un solide (précipité) peut apparaître ⇒ équilibre hétérogène (entre solide & esp^s en solutⁿ)

⇒ solution saturée

→ solvant: ici on va prendre l'eau (grandeurs étudiées ⇒ $\neq$ roles unifs si pas eau mais m raisonnement)

→ soluté: • composé ionique: ex met en jeu solide et ions constitutifs.



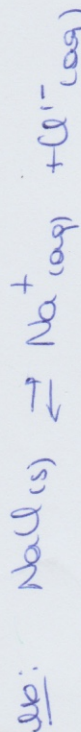
• solide moléculaire: ex solide & solide soluté

Il y a équilibre si coexistence solide et esp^s solutées (appelé au 4)

A l'éq → caractérisée par une constante d'éq: K_s (produit de solubilité)

$$\text{ex: } \text{cas p}^{\text{al}}: K_s(T) = \frac{a(\text{A}^{n+})_{\text{eq}}^p a(\text{B}^{m-})_{\text{eq}}^q}{a(p \text{ A} q \text{ B(s)})_{\text{eq}}} = \frac{[\text{A}^{n+}]_{\text{eq}}^p [\text{B}^{m-}]_{\text{eq}}^q}{c^0(p \text{ A} q)}$$

↑
solutⁿ diluée.



$$\Rightarrow K_s(T) = \frac{[\text{Na}^+(\text{aq})]_{\text{eq}} [\text{Cl}^-]_{\text{eq}}}{c^0}$$

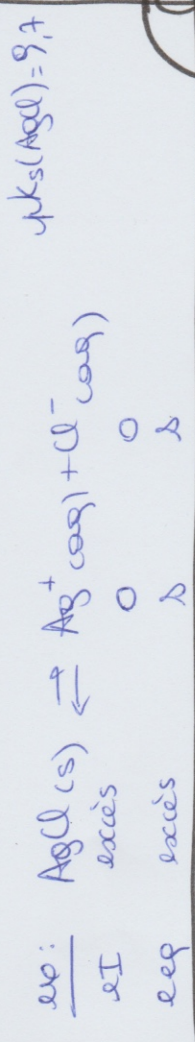
$c(20^\circ\text{C}) = 1080 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
volumes

→ On définit aussi $pK_s = -\log K_s$

→ Empirique, on veut savoir plutôt quelle quantité de solide on peut dissoudre au max ds 1L:

Avec un NT, la solubilité d'un solide est la quantité max que l'on peut dissoudre ds 1L d'eau.
 $[] = \text{mol.l}^{-1}$ ou g.l^{-1}

→ On peut relier s et K_s :



3) Critère d'éq du solide.

→ ajout d'un solide ⇒ dissout totalement ⇒ s précipite ⇒ non saturée.

→ difficulté = dans ce cas ⇒ pas d'éq.

→ établissement util:

- considérer réact² ou dissout²
- considérer (étape finale) que tout le solide se dissout.
- calculer c en exp solutions (pl au solide introduit)
- calculer Q_r
- comparer Q_r et K_s .

$\Rightarrow K_s = s \times s \Rightarrow [s = \sqrt{K_s}] = 10^{-pK_s/2} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

autre exp diapo

⇒ il faut être prudent et refaire un tableau d'avancement chaque fois que l'on veut lier s et K_s .

→ FeSO_4 soluble n s grand.

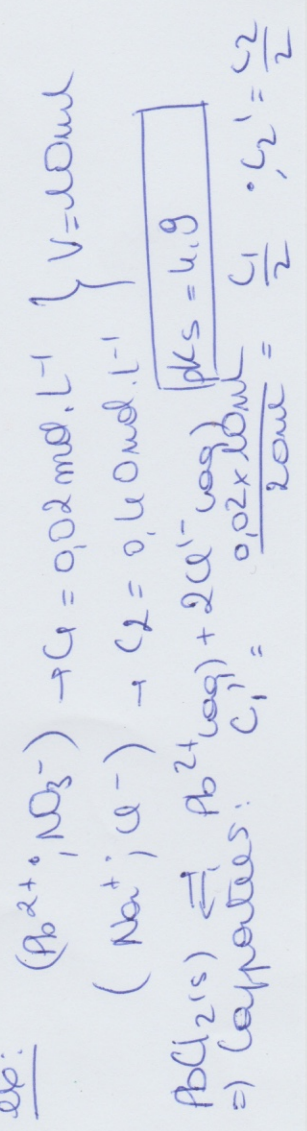
transf: Jusque là cas où Fe eq (on en a assez de SO_4 ni pas le cas (on dilut dans un mol^{-1}) 1 po d'éq. sol concentration par induct = thème réact util Fe du solide

util: $Q_r < K_s$: solution non saturée, $\varnothing$ solide (si transf met $\times$ fait ds seu^1 dissout² solide, disquant précipité. $\&$ mais c'est pas de solide ⇒ pas de transf)

• $Q_r = K_s$: eq hétérogène

• $Q_r > K_s$: précipitat² + y° Q_r par atteinte $Q_{req} = K_s$.

ex:



$$Q = [C][C] = \frac{0,02}{2} \times \frac{0,4}{2} = 6 \cdot 10^{-4}$$

$$K_S = 10^{-14.5} = 1,26 \cdot 10^{-5}$$

$$Q > K_S \Rightarrow \text{précipitation}$$

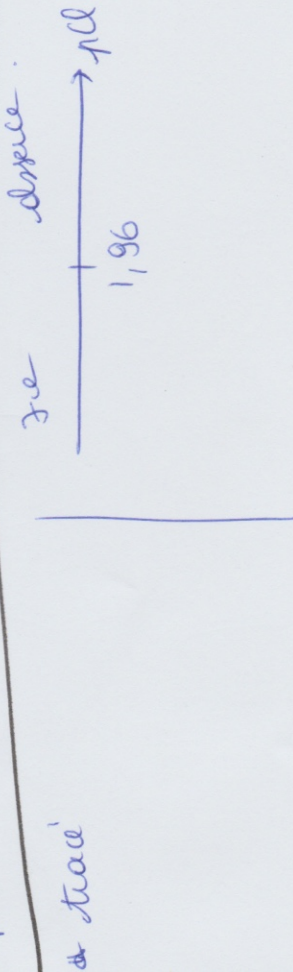
transf. on peut reporter t_{tr} sur le diagramme.

4) Diagramme d'Fe:

solide ionique

solide ions

pas domaine pérouviteuse car pas m phase



transf. anion²⁻: au début: horseq.

puis: anions.

évaporat²⁻ ⇒ diminit^e de volume

⇒ apparit²⁻ de précipité

3 facteurs par charger la solubilité.

⇒ Fe.

→ les diagramme d'Fe à température, en fait²⁻ de

$pX = -\log\left[\frac{X}{C}\right]$ (X ion) de d'Fe en absence de précipité.

Méthode:

→ on imagine ajout des ions anion²⁻

exp: $FeCl_2$ à $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ + ajout de solut²⁻ acetate, carbonates.

→ valeur de pX pour laquelle 1^{er} grain apparait ($Q = K_S$)

$$\frac{[Fe^{2+}][Cl^-]^2}{[Cl_2]} = K_S$$

$$\Rightarrow [Cl^-] = \sqrt{\frac{K_S [Cl_2]}{[Fe^{2+}]}} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow pH = -\log(1,1 \cdot 10^{-2}) = 1,96$$

3

II) Facteurs d'influence de la solubilité.

1) Effet de la température.

→ T souvent facteur d'influence: quelle tendance?

Diapno

MANIP

→ s ↑ avec T ici.

→ on observe souvent s ↑ avec T sur calcaire.

Transf : au contraire qu'on ajoute, puis on regarde que se passe-t-il si 3 degrés de liberté ?

2) Effet d'ions communs :

→ solides ioniques.

→ solution contenant déjà des ions A^{m+} ou B^{n-} . Effet d'ions communs apparaît A^{m+} et/ou B^{n-} .

ex: on ajoute $AgCl(s)$ dans solution (K^+Cl^-) à

$$C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

il faut prendre en compte le fait que la concentration "initiale" (état fictif après mélange et avant réaction)

lors de l'ajout d'ions communs les y.

CCL :

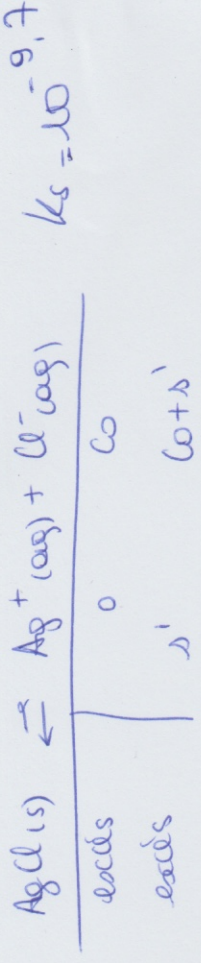
→ eq de dissolution $\oplus$ couple : Forme dissolue.

→ plutôt canonique s.

→ peut être modifiée en jouant s/T/p ex

$K \neq 0 \Rightarrow$ cristallin.

est non nulle :



à l'eq $s' (C_0 + s') = K_s$.

polynôme du 2nd degré :

$$s' C_0 + s'^2 - K_s = 0$$

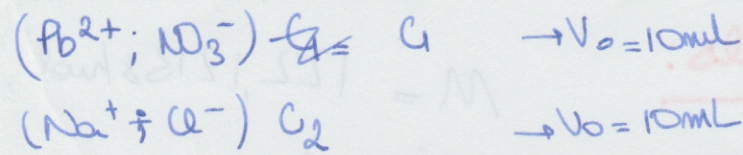
$$\Delta = C_0^2 + 4K_s$$

$$s' = \frac{-C_0 \pm \sqrt{C_0^2 + 4K_s}}{2}$$

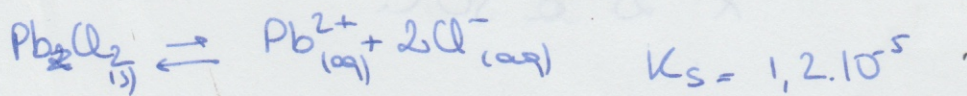
$$s' = 2 \cdot 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1} \quad s = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

ou : $s \ll C_0$ et $s' \ll s$ (effet d'ion commun) $\Rightarrow C_0 + s' \approx C_0$

→ 35g sel / L. eau de mer.



$$0,2^2 = 0,04$$



$$Q_{ri} = [\text{Pb}^{2+}]_i [\text{Cl}^-]_i^2 = \frac{C_1 \times V_0}{20} \times \left(\frac{2 \times V_0}{20} \right)^2 = \frac{0,02}{20} \times \left(\frac{0,40}{20} \right)^2 = 0,01 \times 0,04 = 4 \cdot 10^{-4}$$

$Q_{ri} > K_s \Rightarrow$ précipitation.

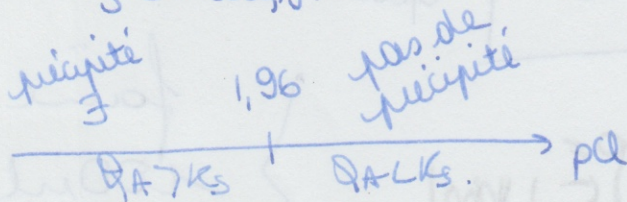
Exemple du I.4) :

à $0,10 \text{ mol/L}$

Qu :

On considère une solution de chlorure de plomb (PbCl_2) à laquelle on ajoute (sans variation de volume) une solution contenant des ions Cl^- .

On va donc tracer l'existence ou l'absence du précipité en fonction de $p\text{Cl} = -\log[\text{Cl}^{-}_{(aq)}]$.



A la frontière le premier grain de précipité apparaît, donc dès que :

$$Q_A = K_s(\text{PbCl}_2) \quad \text{avec} \quad Q_A = \frac{[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2}{C_0^3}$$

Donnée : $K_s(\text{PbCl}_2) = 1,2 \cdot 10^{-5}$

$$\Rightarrow [\text{Cl}^-] = \sqrt{\frac{K_s C_0^3}{C_0 [\text{Pb}^{2+}]}} = \sqrt{\frac{1,2 \times 10^{-5} \times 1^3}{0,1}} = \sqrt{1,2 \cdot 10^{-4}} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow p\text{Cl} = -\log(1,1 \cdot 10^{-2}) = +1,96$$

0,011

Acide benzoïque calculs:

$$M = 122,123 \text{ g/mol.}$$

$$\rightarrow s_{\text{eau}, 20^\circ\text{C}} = 2,9 \text{ g.L}^{-1} \quad \times 2 \text{ à } 50^\circ\text{C.}$$

50 mL.

$$m_{\text{sat}} = s \times V = 6 \times 0,05 \Rightarrow \boxed{0,3 \text{ g}}$$

à 25°C à saturation dans 25 mL il ya. $m_{\text{sat}}^{25} = s \times V = 0,0725 \text{ g.}$

$$\Rightarrow m_{\text{sat}}^{25} = 5,9367 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

À l'équivalence:

$$= 12 \text{ mL} = 0,012$$

$$m_{\text{sat}}^{25} = C_b \times V_{\text{eq}}$$

$$\rightarrow 13,9 \text{ ~~50~~ mL.}$$

$$\Rightarrow \boxed{C_b = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}}$$

par 25°C .

par $50^\circ\text{C} \Rightarrow \boxed{C_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}}$ $V_{\text{eq}} = 15,1 \text{ mL}$

par $0^\circ\text{C} \Rightarrow \boxed{C_b = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}}$

} faire
100 mL
de
chaque.

$$M(\text{rode}) = 40 \text{ g/mol.}$$

par $25^\circ\text{C} \Rightarrow 0,2 \text{ g.}$	dans 100 mL.
par $50^\circ\text{C} \Rightarrow 0,4 \text{ g}$	
par $0^\circ\text{C} \Rightarrow 0,04 \text{ g.}$	

Main:

$$M_{Ac} = 122,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

Résultats préparation:

titrage 50°C: $C_b = 0,10 \pm 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$

$$V_{eq} = 15,10 \pm 0,07 \text{ mL}$$

$$V_0 = 25,00 \pm 0,03 \text{ mL}$$

À l'équivalence: $m_{Ac} = m_{saide}$

$$C_{Ac} \times V_0 = C_b \times V_{eq} \Rightarrow C_{Ac} = \frac{C_b V_{eq}}{V_0}$$

$$\Delta C_{Ac} = \sqrt{\left(\frac{\Delta C_b}{C_b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_0}{V_0}\right)^2} C_{Ac}$$

$$\Rightarrow C_{Ac} = 0,060 \pm 0,006 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$122,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\rho = 7,27 \pm 0,7 \text{ g.L}^{-1}$$

titrage 25°C: $C_b = 0,050 \text{ mol.L}^{-1} \pm 0,001 \pm 0,005$

$$V_{eq} = 13,9 \text{ mL} \pm 0,07$$

$$V_0 = 25,00 \pm 0,03 \text{ mL}$$

$$\rho_{H} = 3,4 \text{ g.L}^{-1}$$

À l'équivalence: $m_{Ac} = m_{saide}$

$$\Rightarrow C_{Ac} = \frac{C_b V_{eq}}{V_0}; \Delta C_{Ac} =$$

$$\Rightarrow C_{Ac} = 0,027 \pm 0,003 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \rho = 3,28 \pm 0,3 \text{ g.L}^{-1}$$

titrage à 0°C: en préparat $C_b = 0,050 \text{ mol.L}^{-1}$

en direct: $C_b = 0,05 \text{ mol.L}^{-1} \rightarrow V_{eq \text{ attendu}} = 7 \text{ mL}$

$$V_{eq} = 37,55 \text{ mL} \pm 0,07 \text{ mL}$$

$$V_0 = 25 \text{ mL} \pm 0,03 \text{ mL}$$

$$\pm 0,001$$

$$\Rightarrow C_{Ac} = 0,04502 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \rho = 1,88 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\rho_{H} = 1,7 \text{ g.L}^{-1}$$

Traitement des incertitudes:

$$\Delta V_{eq} = \Delta V_{eq}$$

$$\begin{aligned}\Delta V_{eq} &= \sqrt{(\Delta V_{volume})^2 + (\Delta V_{lecture})^2} \\ &= \sqrt{(0,05 \text{ mL})^2 + (0,05 \text{ mL})^2} \\ &= 0,07\end{aligned}$$

$$\Delta \text{ sur burette: } \pm 0,03 \text{ mL.}$$

En direct:

$$C_b = 0,05 \pm 0,005 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$V_{eq} = \boxed{} \pm 0,07 \text{ mol.t}^{-1} \text{ mL.}$$

$$V_o = 25,00 \pm 0,03 \text{ mL}$$

$$\text{Al'eq: } m_{\text{sat}} = m_{\text{solution}}$$

$$C_{\text{Ac}} V_o = C_b V_{eq} \Rightarrow C_{\text{Ac}} = \frac{C_b V_{eq}}{V_o}$$

$$\Delta C_{\text{Ac}} = C_{\text{Ac}} \sqrt{\left(\frac{\Delta C_b}{C_b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_o}{V_o}\right)^2}$$

$$D = C_{\text{Ac}} \times M = C_{\text{Ac}} \times (122,1 \text{ g.mol}^{-1})$$

$$\Delta D = D \times \frac{\Delta C_{\text{Ac}}}{C_{\text{Ac}}} = \Delta C_{\text{Ac}} \times 122,1$$