

Lc27 : Solubilité

Principes.

I) Equilibre de solubilité:

On peut considérer la dissolution de sols ou de solvants de deux façons :

Intérêt : on a de l'eau dans laquelle

on met du sel (on délit le sel et dissout)

puis

+ cation conduit au solide (pénétré) peut affaiblir l'équilibre hétérogène (entre solide & eau et soluté)

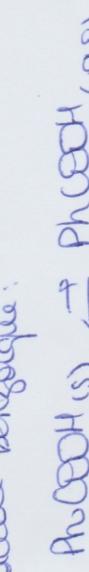
\Rightarrow solution naturelle

\rightarrow solvant: ici on va prendre l'eau (goudron étendue \Rightarrow solvante) si pas eau mais en raisonement

• les mauvais solvants.



Ex: acide benzénique:

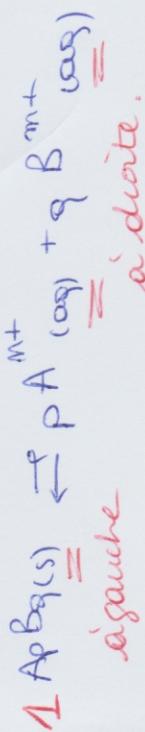


Transfert: Lorsqu'il y a un tel équilibre, on peut faire (s'il y a une réact.) une réact. de dissolution.

II) Réaction de dissolution:

\rightarrow équation de dissolution.

Ex: pour un couple ionique de minéral g



égaux

à droite.

II) Cadre de la réac:

\rightarrow dissolution d'un solide dans un solvant

+ cation conduit au solide (pénétré) peut affaiblir l'équilibre hétérogène (entre solide & eau et soluté)

\Rightarrow solution naturelle

\rightarrow solvant: ici on va prendre l'eau (goudron étendue \Rightarrow solvante) si pas eau mais en raisonement

• couple ionique permet un équilibre et ions conjugués.

Ex: $\text{NaCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$

- solide moléculaire: ap solide & solide solvate

Il y a équilibre si coexistence solide et eau solvatée
(loppel sur t)

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

Ex: cas général: $K_s(T) = \frac{a(A^{\text{aq}})^p a(B^{\text{aq}})^q}{a(\text{A}^{\text{aq}})_\text{eq} a(\text{B}^{\text{aq}})_\text{eq}} = \frac{[A^{\text{aq}}]^p [B^{\text{aq}}]^q}{[\text{A}^{\text{aq}}]_\text{eq} [\text{B}^{\text{aq}}]_\text{eq}}$

$a(\text{A}^{\text{aq}})_\text{eq}$

soluté - dilué.

$\text{NaCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$

$\Rightarrow K_s(T) = \frac{[\text{Na}^+_{(\text{aq})}] [\text{Cl}^-_{(\text{aq})}]}{[\text{Na}^+]^2}$

$\approx 1000 \text{ g.L}^{-1}$

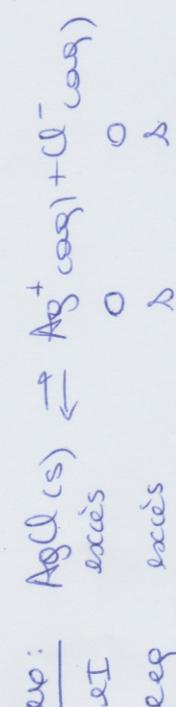
molécules

$$\Rightarrow K_s = \lambda \times \alpha \Rightarrow \lambda = \sqrt{K_s} = 10^{-\rho K_s / 2} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\rightarrow \text{On définit aussi } pK_s = -\log K_s$$

En pratique, on n'écrit pas toujours pluôt quelle quantité de solide ou peut dissoudre au max de 1L:
 A menacent NT, la concentration d'un solide est la partie manquante que l'on peut dissoudre du 1L à l'éq.
 $[C] = \text{mol.l}^{-1}$ ou (g.l^{-1})

On peut écrire α et K_s :



3) Équilibre sur l'eau.

Faisant \ominus solide \Rightarrow dissout totalement \Rightarrow precipité

\Rightarrow non salinée.

Difficulté = dans le eau \Rightarrow pas d'éq.

Échissement cHL:

- considère NaCl ou dissout

• considère l'étape finale que tant le solide dissout.

• calcule C_0 en esp dissoutes (planche intérieur)

- calcule C_1
- compare C_0 et C_1 .

autre \Rightarrow diapo

$\Rightarrow \Delta$ il faut être prudent et refaire une tableau d'avancement chaque fois que l'on écrit deux K_s .

\rightarrow $\text{Fpsd solide n'est pas grand.}$

taut: jusqu'à ce qu'il y ait (on écrit assez de solide, n'y a pas de cas (cas d'autant) \rightarrow pas d'éq)
 • cas où il y a un excès de solide mais évidemt = chose réact :
 • cas où il y a un excès de solide

cHL: • $\text{Q}_1 K_s$: solution non-salinée, Q_1 solide (si il y a precipité (cas de deux 1 dissolut solide, oligo) mais pas de solide \Rightarrow pas de tâches)

• $\text{Q}_2 = K_s$: eq hétérogène

• $\text{Q}_2 > K_s$: précipitat + y° de non atteindre $\text{Q}_2 = K_s$.

de: $\left. \begin{array}{l} (\text{Na}^+, \text{NO}_3^-) \rightarrow C_0 = 0,02 \text{ mol.l}^{-1} \\ V = 100 \text{ ml} \end{array} \right\} V = 100 \text{ ml}$
 $(\text{Na}^+) (\text{Cl}^-) \rightarrow C_2 = 0,1 \text{ mol.l}^{-1}$
 $\text{PbCl}_2(s) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{Cl}^- (\text{aq})$
 $\frac{K_s = 1,9}{0,02 \times 100} = \frac{C_1}{2}$
 $\Rightarrow \text{Coefficients: } C_1 = \frac{C_2}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05$

=) ΔpH .

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

+ un diagramme de Tce témoin, en fact^o de

$$K_s = 10^{-\text{pHs}} = 1,26 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log \frac{[X]}{C} \quad (\text{X}^- \text{ ion}) \quad \text{de l'ige ou absence du précipité.}$$

$$Q \text{ ?} \text{les} \quad \Rightarrow \text{ principale}$$

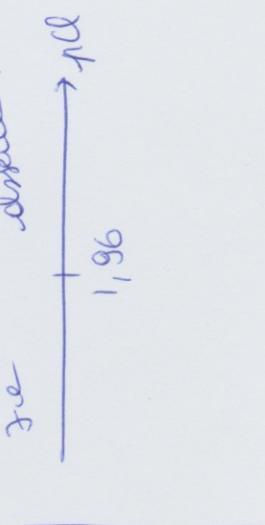
travail: on peut repérer la ligne diagonale.

v) Diagramme d'Ige :

solide sanguinique
+ solide lias.

un domaine pédologique va vers un autre.

& trace



travail: saut^o: au début : hiver.
plus chaud.
épaisseur \Rightarrow diminution de l'ige
 \Rightarrow solifluction

3 factors pour changer la solubilité.

Méthode:

à imaginer ayant des seuils^o :

ABCD 2 < 0,1 mol.l⁻¹ + dépasse

solut^o continue concentrations.

α^- .

et valeur de pH pour laquelle
1^{er} grain apparaît ($\theta = K_s$)

$$+\frac{(\theta b^{2+})[(\alpha^-)^2]}{C^{0,5}} = K_s$$

$$\Rightarrow [\alpha^-] = \sqrt{\frac{K_s(C)}{(\theta b^{2+})}} = 1,1 \cdot 10^{-2}$$

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

II) Factors d'influence de la solubilité.

1) Effet de la température.

$\rightarrow T$ souvent facteur d'influence : quelle tendance?
Diapo

MNP,

travail: saut^o: au début : hiver.
 $S \uparrow$ avec T ici.
+ un peu souvent \rightarrow saut calcaire.

soit

Traçant²: au^e étendre qu'on ajoute à l'union régade
que de faire - til un désigné pas ?

2) Effets d'ions communs:

→ solides ioniques.

→ solution contenant déjà des iens A^{m+} ou B^{m-}. Effet
d'ions communs si appate A^{m+} ou B^{m-}.

Ex: on ajoute AgCl(s) dans solution(K⁺Cl⁻) si

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

→ il faut prendre en compte le fait que la concatat²
"minérale" (état liquide apres mélange et avant réaction) (4)

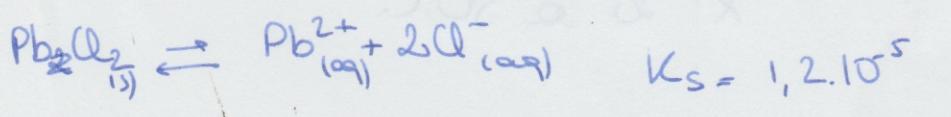
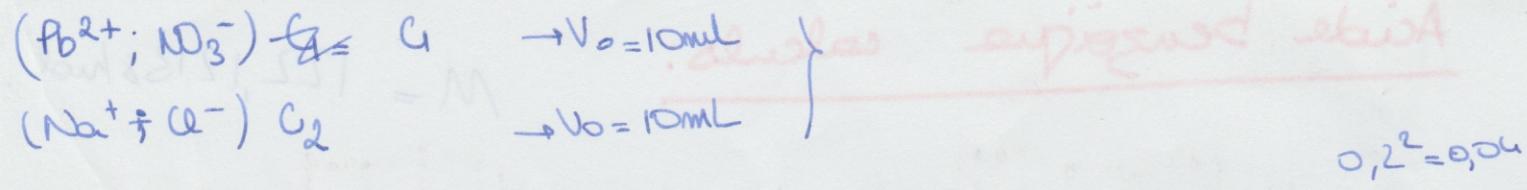
sens de l'ajout d'ions communs pas y.

CCl:

→ op de dissociation complexe : formes dissociée.

→ flottot communées.

→ peut être modifiée en ajoutant T + H ou
鹼 + e des \Rightarrow réacissio



$$Q_{ci} = [Pb^{2+}]_i [Cl^-]^2_i = \frac{G_1}{20} \times \left(\frac{2 \times 10}{20}\right)^2 = \frac{0,02}{2} \times \left(\frac{0,40}{2}\right)^2 \\ = 0,01 \times 0,04 = 4 \cdot 10^{-4}$$

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

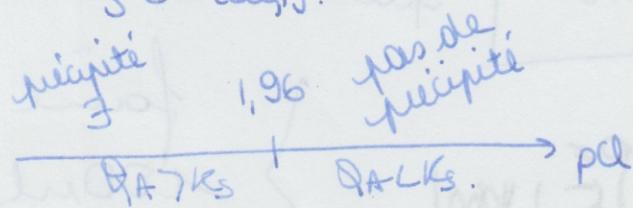
Exemple du I. 4) :

à 0,10mollL

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^- , concentrée.

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



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

$$Q_{ci} = K_s(PbCl_2) \quad \text{avec} \quad Q_{ci} = \frac{[Pb^{2+}][Cl^-]^2}{C^3}$$

Donnée: $K_s(PbCl_2) = 1,2 \cdot 10^{-5}$

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

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

0,0,1,1

Acide benzoïque calculs:

$$M = 122,12 \text{ g/mol.}$$

$$\rightarrow \text{d}_{\text{eau}, 20^\circ\text{C}} = 2,9 \text{ g/L} \quad \times 2 \text{ à } 50^\circ\text{C}.$$

50 ml.

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

à 25°C si saturé dans 25 ml il ya $\frac{m}{V} = s \times V = 0,0725 \text{ g.}$

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

À l'équivalence:

$$\frac{m}{V} = C_b \times V_{\text{eq}} = 12 \text{ ml} = 0,12 \text{ mol} \rightarrow C_b = 0,05 \text{ mol.L}^{-1} \rightarrow 13,9 \cancel{50} \text{ ml.}$$

$$\text{pour } 50^\circ\text{C} \Rightarrow C_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \quad V_{\text{eq}} = 15,1 \mu\text{L}$$

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

} faire
100ml
de chaque.

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

pour 25°C $\Rightarrow 0,2 \text{ g.}$	dans 100ml.
pour 50°C $\Rightarrow 0,4 \text{ g}$	
pour 0°C $\Rightarrow 0,04 \text{ g.}$	

Mainip:

: solution de titration
 $M_{AC} = 122,1 \text{ g.mol}^{-1}$.

Réultats préparation:

titrage 50°C: $C_b = 0,10 \pm 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$

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

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

À l'équivalence : $m_{AC} = m_{soudé}$

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

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

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

$$\lambda = 7,37 \pm 0,7 \text{ g.L}^{-1}$$

122,1 g.mol⁻¹

titrage 25°C: $C_b = 0,05 \text{ mol.L}^{-1} \pm 0,005 \pm 0,005$

$$V_{eq} = 13,90 \text{ mL} \pm 0,07$$

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

$$\lambda_{TH} = 3,4 \text{ g.L}^{-1}$$

À l'équivalence : $m_{AC} = m_{soudé}$

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

$$\Rightarrow C_{AC} = 0,0275 \pm 0,003 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 3,35 \pm 0,3 \text{ g.L}^{-1}$$

titrage à 0°C: en préparation $C_b = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$

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

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

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

$$\Rightarrow C_{AC} = 0,01502 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \lambda = 1,85 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\lambda_{TH} = 1,7 \text{ g.L}^{-1}$$

Traitement des incertitudes :

$$\Delta V_{\text{vég}} = \Delta V_{\text{volumétrique}}$$

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

$$\therefore \text{sur l'urette : } \pm 0,03 \text{ ml.}$$

En direct :

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

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

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

$$\text{Alleg: } m_{\text{sat}} = m_{\text{soudure}}$$

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

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

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

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