

Cours N°4

Equilibre de précipitation-Solubilité et produit de solubilité

Plan du cours

1. Définition d'un sel
2. Définitions: La solubilité, solution saturée, Le précipité
3. Equilibre de précipitation- dissolution;
4. La loi d'action de masse;
5. Produit de solubilité ou Constante de solubilité;
6. La constante de précipité (K_p);
7. Critères (conditions) de précipitation et diagramme d'existence d'un précipité;
8. Paramètres influençant la solubilité: La température, La température et du PH.

1. Définition d'un sel

- **Définition un sel:**
- Un sel est un composé ionique composé d'anions et de cations, formant un **produit neutre**.
- On distinguera:
- Les sels de forte solubilité (sels solubles);
- **Les sels de faible solubilité;**
- **Les sels insolubles.**

2.Définitions

- **2.1. La solubilité**, notée (S): c'est la quantité maximale du soluté dissout dans un litre de solvant. Elle s'exprime en **g/L** ou **mol/L**
- **2.2. La solution saturée** est une **solution (solvant+ soluté)** contenant un excès du soluté (solide) qui n'est pas entièrement dissous.
- **3.3. Le précipité** est composé ionique électriquement neutre

Equilibre de précipitation- dissolution

- **Un équilibre de précipitation-dissolution:**
- C'est un état dans le quel la vitesse de dissolution d'un sel est égale à la vitesse de précipitation de ce sel .

3. Equilibre de précipitation- dissolution

- Soit la réaction suivante:

Réaction (I):	$A_m B_n (s)$	Dissolution (K_s)  Precipitation $K_p=1/K_s$	$m A^{n+}$	+	$n B^{m-}$
À $t=0$	n_0 ou $C_0 (A_m B_n (s))$		0		0
À t équilibre	$n_0 - n_s$ ou $C_0 - S$		$m n_s$ $m S$		$n n_s$ $n S$

- On suppose que le volume de la solution ne change pas au cours de la réaction;
- n_s : nombre de moles à l'équilibre qui correspond à la solubilité maximale (S) ;
- n_0 : nombre de moles initial de $A_m B_n (s)$;
- S : la solubilité de $A_m B_n (s)$ = concentration (molaire ou massique) à l'équilibre;
- $C_0 = n_0 / V_{\text{solution}}$; $S = n_s / V_{\text{solution}}$

Loi d'action de masse

- On utilisant la Loi d'action de masse on trouve la formule suivante:

$$K = \frac{(a_{A^{n+}})^m \cdot (a_{B^{m-}})^n}{a_{A_mB_n(s)}}$$

- Avec :
- $a_{A^{n+}}$: l'activité chimique de l'espèce A
- $a_{A^{n+}} = \frac{[A^{n+}]}{C^\circ}$; C° : concentration de référence ;

$$a_{A_mB_n(s)} = 1 \quad (\text{l'activité d'un composés solide} = 1)$$

3.1. Produit de solubilité ou Constante de solubilité (Ks)

- **Définition:**
- Le Produit de solubilité (**Ks**) est la constante d'équilibre correspondant à la dissolution d'un solide dans un solvant à une température donnée.

$$K_s = \frac{\left(\frac{[A^{n+}]}{C^\circ}\right)^m \cdot \left(\frac{[B^{m-}]}{C^\circ}\right)^n}{1} \quad \Rightarrow \quad K_s = [A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n$$

- $pK_s = -\log K_s$ donc : $K_s = 10^{-pK_s}$

3.2. La constante de précipité (Kp)

- **Définition:**
- La constante de précipité (Kp) c'est l'inverse de constante de solubilité (Ks)

$$K_p = \frac{1}{K_s} = \frac{1}{[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n}$$

3.3. Relation entre le produit de solubilité (K_s) et la solubilité (S)

D'après la loi d'action de masse nous avons:

$$K_s = [A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n$$

À l'équilibre, et à partir du tableau d'avancement, nous avons: $[A^{n+}] = mS$ et $[B^{m-}] = nS$

$$K_s = (m.S)^m \cdot (n.S)^n$$

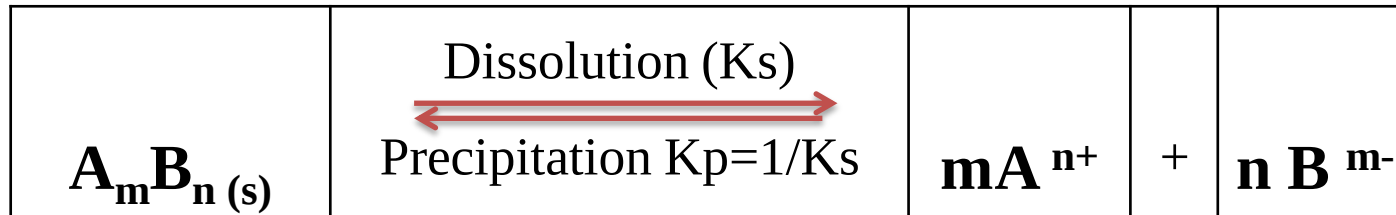
$$K_s = m^m \cdot n^n \cdot S^{(n+m)}$$

$$S = \left[\frac{K_s}{m^m n^n} \right]^{\frac{1}{m+n}}$$

Remarques

- On ne peut pas écrire le K_s que si le précipité est en équilibre avec les ions;
- Le K_s ne dépend que de la température.

4. Critères (conditions) de précipitation et diagramme d'existence d'un précipité



- Pour la réaction (I): on pose :
- P est le produit ionique de la réaction (I):

$$Q = [A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n$$



- Si **P < Ks** : Seuls les ions (A^{n+} , B^{m-}) **coexistent** en solution aqueuse **en l'absence** du solide (précipité)
 - La solution est **homogène** (il ya une seul phase: liquide);
 - Le système est **hors d'équilibre** ($\rightarrow$).
- Si **P = Ks**: la solution est dite saturée (il n'a y a pas de précipité)
 - Le système est **en équilibre** ($\leftrightarrow$).
- Si **P > Ks** : $A_m B_n (s)$ et A^{n+} , B^{m-} coexistent en solution aqueuse;
 - La solution est **hétérogène** (présence de deux phases: solide+liquide)
 - Le système est **hors d'équilibre** ($\leftarrow$).

5. Paramètres influençant la solubilité

- **5.1. La température:**

- La solubilité d'un composé ionique croît avec l'augmentation de la température.

- *Exemple:*

- le chlorure de plomb, PbCl_2 ($K_s = 1,7 \cdot 10^{-5}$) se dissout à 70°C .

- **5.2. Effet d'un ion commun :**

- La solubilité d'un sel est diminuée si un ion de ce sel est déjà présent dans la solution.

- *Exemple:*

- La solubilité du chlorure d'argent ($\text{AgCl}_{(s)}$) dans l'eau pure est: $S = 1,34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ et dans une solution de (HCl) (0,1N) est égale à $1,8 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$.

5.3. Influence du pH

- Lors qu'un des ions d'un composé ionique (A^{n+}, B^{m-}) possède des propriétés acides ou basiques, le fait d'imposer le pH du milieu (solution) va modifier sa solubilité.

Merci pour votre attention