

# Séance de bilan – Chimie 2020

# Retour sur un exercice récent non traité

1) On donne  $Z(\text{Al}) = 13$ . Proposer une formule pour l'ion stable de l'aluminium.

# Retour sur un exercice récent non traité

1) On donne  $Z(\text{Al}) = 13$ . Proposer une formule pour l'ion stable de l'aluminium.

Al:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

Ion stable en  $3p^6$  ( $\text{Al}^{5-}$ ) ou  $2p^6$  ( $\text{Al}^{3+}$ ) donc  $\text{Al}^{3+}$

# Retour sur un exercice récent non traité

2) Donner la formule de l'hydroxyde d'aluminium

Ion hydroxyde =  $\text{HO}^-$  (à SAVOIR)

# Retour sur un exercice récent non traité

2) Donner la formule de l'hydroxyde d'aluminium

Ion hydroxyde =  $\text{HO}^-$  (à SAVOIR)

$\text{Al}^{3+}$  a sa charge compensée par 3 ions  $\text{HO}^-$

D'où la stoechiométrie  $\text{Al}^{3+} + 3 \text{HO}^-$

D'où le nom du solide  $\text{Al}(\text{OH})_3$

## Retour sur un exercice récent non traité

On possède une solution comportant des ions  $\text{Al}^{n+}$  à la concentration  $[\text{Al}^{n+}] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . On ajoute sans variation de volume des ions  $\text{HO}^-$  progressivement dans la solution.

L'ion aluminium forme avec l'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$  un solide ionique dont le produit de solubilité vaut  $K_s = 10^{-33,6}$

3) Ecrire l'inégalité de condition d'existence du solide hydroxyde d'aluminium. En déduire la concentration minimale  $[\text{HO}^-]_{\text{min}}$  pour qu'il y ait précipitation.

## Retour sur un exercice récent non traité

On possède une solution comportant des ions  $\text{Al}^{n+}$  à la concentration  $[\text{Al}^{n+}] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . On ajoute sans variation de volume des ions  $\text{HO}^-$  progressivement dans la solution.

L'ion aluminium forme avec l'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$  un solide ionique dont le produit de solubilité vaut  $K_s = 10^{-33,6}$

3) Ecrire l'inégalité de condition d'existence du solide hydroxyde d'aluminium. En déduire la concentration minimale  $[\text{HO}^-]_{\min}$  pour qu'il y ait précipitation.

Le solide est présent si  $[\text{Al}^{3+}] \cdot [\text{HO}^-]^3 \geq K_s$

$$\text{Donc } [\text{HO}^-] = [\text{HO}^-]_{\min} = \sqrt[3]{\frac{K_s}{[\text{Al}^{3+}]}} = \sqrt[3]{\frac{10^{-33,6}}{10^{-2}}} = 10^{-10,5} \text{ mol.L}^{-1}$$

## Retour sur un exercice récent non traité

4) En déduire la concentration maximale en  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{max}}$  associée à la précipitation.

## Retour sur un exercice récent non traité

4) En déduire la concentration maximale en  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{max}}$  associée à la précipitation.

$$[\text{HO}^-].[\text{H}_3\text{O}^+] = K_e = 10^{-14}$$

$$\text{donc } [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{max}} = \frac{K_e}{[\text{HO}^-]_{\text{min}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-1,5}} = 10^{-3,5} \text{ mol.L}^{-1}$$

# Retour sur un exercice récent non traité

5) En déduire le pH minimal de précipitation.

## Retour sur un exercice récent non traité

5) En déduire le pH minimal de précipitation.

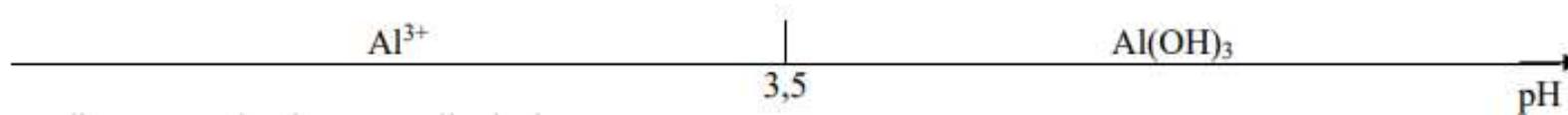
$$\text{pH}_{\min} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]_{\max}) = 3,5$$

# Nouveauté: diagramme d'existence de $\text{Al}(\text{OH})_3$

On résume graphiquement le résultat précédent:

- Si  $\text{pH} > 3,5$ , le solide existe
- Si  $\text{pH} < 3,5$ , le solide n'existe pas

Diagramme pour une concentration  $[\text{Al}^{3+}] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



# Méthode d'obtention d'un diagramme d'existence

Il suffit de se rappeler:

$$[H_3O^+]. [HO^-] = 10^{-14}$$

Résolution-type de recherche de pH de précipitation :

Le solide existe si au minimum on a  $[ion][HO^-]^p = K_s$

Avec  $[ion] = C_{\text{tracé}}$       donc  $[HO^-] = \sqrt[p]{\frac{K_s}{[ion]}}$

donc  $[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[HO^-]}$       donc  $pH = -\log([H_3O^+]) = ?$

## Exemple 9.6

Construire le diagramme d'existence en fonction du pH de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  pour  $[\text{Fe}^{2+}] = C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Donnée :  $\text{p}K_s(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 15,1$ .

## Exemple 9.6

Construire le diagramme d'existence en fonction du pH de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  pour  $[\text{Fe}^{2+}] = C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Donnée :  $\text{p}K_s(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 15,1$ .

Le solide existe si au moins  $[\text{Fe}^{2+}][\text{HO}^-]^2 = K_s$

$$\text{Donc } [\text{HO}^-] = \sqrt{\frac{K_s}{[\text{Fe}^{2+}]}} = \sqrt{\frac{10^{-15,1}}{10^{-2}}} = \sqrt{10^{-13,1}} = 10^{-6,55} \text{ mol.L}^{-1}$$

## Exemple 9.6

Construire le diagramme d'existence en fonction du pH de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  pour  $[\text{Fe}^{2+}] = C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Donnée :  $\text{p}K_s(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 15,1$ .

Le solide existe si au moins  $[\text{Fe}^{2+}][\text{HO}^-]^2 = K_s$

$$\text{Donc } [\text{HO}^-] = \sqrt{\frac{K_s}{[\text{Fe}^{2+}]}} = \sqrt{\frac{10^{-15,1}}{10^{-2}}} = \sqrt{10^{-13,1}} = 10^{-6,55} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Donc } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{HO}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6,55}} = 10^{-7,45}$$

$$\text{Donc } \text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]) = 7,45$$

## Exemple 9.6

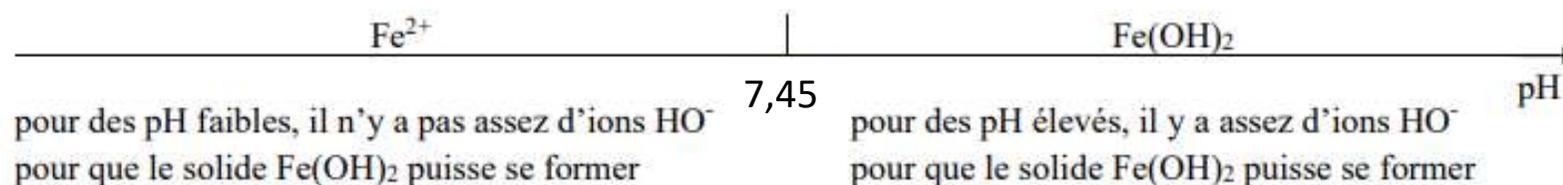
Construire le diagramme d'existence en fonction du pH de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  pour  $[\text{Fe}^{2+}] = C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Donnée :  $\text{p}K_s(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 15,1$ .

Le solide existe si au moins  $[\text{Fe}^{2+}][\text{HO}^-]^2 = K_s$

$$\text{Donc } [\text{HO}^-] = \sqrt{\frac{K_s}{[\text{Fe}^{2+}]}} = \sqrt{\frac{10^{-15,1}}{10^{-2}}} = \sqrt{10^{-13,1}} = 10^{-6,55} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Donc } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{HO}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6,55}} = 10^{-7,45}$$

$$\text{Donc } \text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]) = 7,45$$



# Pour s'entraîner

- Refaire sans modèle l'exemple 9.6
- Chercher l'exemple 9.7

# Utilité des diagrammes d'existence: obtention de $K_s$

A l'inverse, connaître la valeur du pH de début de précipitation indique la concentration en ions  $\text{HO}^-$  nécessaire donc la valeur de  $K_s$ .

Résolution-type de recherche de  $K_s$  :

Le pH de précipitation vaut  $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$

$$\text{donc } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \quad \text{donc } [\text{HO}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

donc  $K_s = [\text{ion}][\text{HO}^-]^p$  à la limite d'existence du solide.

## Exemple 9.8

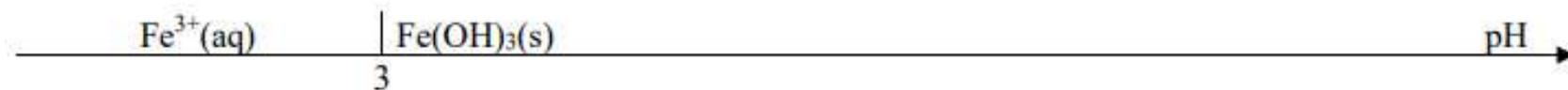
On fournit le diagramme d'existence du solide hydroxyde de fer (III) avec une concentration de tracé  $[\text{Fe}^{3+}] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



Par lecture du pH de début de précipitation, déterminer la valeur du  $\text{p}K_s$  de ce solide.

## Exemple 9.8

On fournit le diagramme d'existence du solide hydroxyde de fer (III) avec une concentration de tracé  $[\text{Fe}^{3+}] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



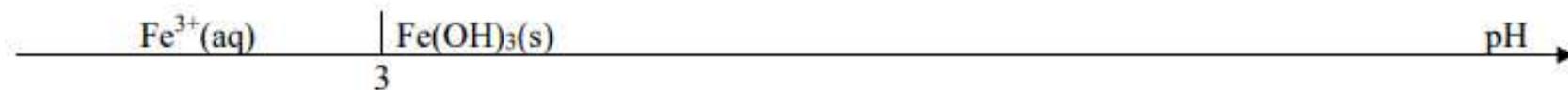
Par lecture du pH de début de précipitation, déterminer la valeur du  $pK_s$  de ce solide.

$$\text{pH} = 3 \text{ donne } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Donc } [\text{OH}^-] = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

## Exemple 9.8

On fournit le diagramme d'existence du solide hydroxyde de fer (III) avec une concentration de tracé  $[\text{Fe}^{3+}] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



Par lecture du pH de début de précipitation, déterminer la valeur du  $\text{p}K_s$  de ce solide.

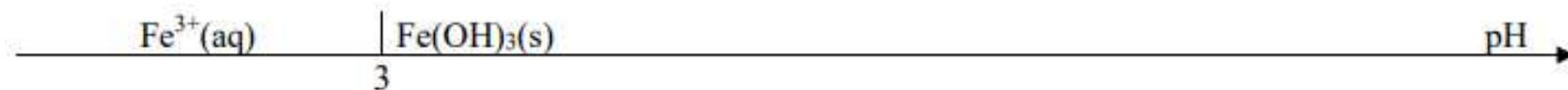
$$\text{pH} = 3 \text{ donne } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Donc } [\text{HO}^-] = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Donc } K_s = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{HO}^-]^3 = 10^{-2} \cdot (10^{-11})^3 = 10^{-35}$$

## Exemple 9.8

On fournit le diagramme d'existence du solide hydroxyde de fer (III) avec une concentration de tracé  $[\text{Fe}^{3+}] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



Par lecture du pH de début de précipitation, déterminer la valeur du  $\text{p}K_s$  de ce solide.

$$\text{pH} = 3 \text{ donne } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Donc } [\text{HO}^-] = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Donc } K_s = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{HO}^-]^3 = 10^{-2} \cdot (10^{-11})^3 = 10^{-35} \text{ donc } \text{p}K_s = 35$$