

EX 05 - bis

Séparation par précipitation sélective d'hydroxydes

On souhaite séparer les ions cobalt Co^{2+} et magnésium Mg^{2+} en réalisant une précipitation sélective de leurs hydroxydes.

Données :

produit de solubilité de l'hydroxyde de magnésium $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$: $K_{S1} = 1,58 \cdot 10^{-11}$

produit de solubilité de l'hydroxyde de cobalt $\text{Co}(\text{OH})_{2(s)}$: $K_{S2} = 1,58 \cdot 10^{-15}$

$[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-] = 10^{-14}$; $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$; $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

1)

1.1. Ecrire l'équation de dissolution de l'hydroxyde de magnésium

1.2. Donner l'expression du produit de solubilité de l'hydroxyde de magnésium en fonction des concentrations des ions hydroxyde et magnésium

2)

2.1. Ecrire l'équation de dissolution de l'hydroxyde de cobalt

2.2. Donner l'expression du produit de solubilité de l'hydroxyde de cobalt en fonction des concentrations des ions hydroxyde et magnésium

3) On dispose d'une solution contenant des ions cobalt à la concentration $[\text{Co}^{2+}] = C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et des ions magnésium à la même concentration, $[\text{Mg}^{2+}] = C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

On souhaite précipiter plus de 99% du cobalt sans précipiter plus de 1% du magnésium.

3.1. Calculer $[\text{Co}^{2+}]_f$ la concentration en ion cobalt restant en solution si 99% du cobalt précipite sous forme d'hydroxyde de cobalt $\text{Co}(\text{OH})_{2(s)}$.

En utilisant la valeur du produit de solubilité K_{S2} , déterminer la concentration en ions hydroxyde dans la solution. Puis en déduire le pH de la solution pour que 99% du cobalt précipite.

3.2. Calculer $[\text{Mg}^{2+}]_f$ la concentration en ion magnésium restant en solution si 1% du magnésium précipite sous forme d'hydroxyde de magnésium $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$.

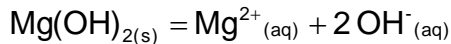
En utilisant la valeur du produit de solubilité K_{S1} , déterminer la concentration en ions hydroxyde dans la solution. Puis en déduire le pH de la solution pour que 1% du magnésium précipite.

3.3. Montrer qu'il existe donc une zone de pH, que l'on précisera, où il est possible de précipiter plus de 99% du cobalt sans précipiter plus de 1% du magnésium.

Correction

1)

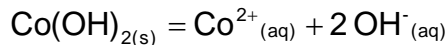
1.1. Dissolution de l'hydroxyde de magnésium



1.2. Produit de solubilité : $K_{S1} = [\text{Mg}^{2+}] \times [\text{OH}^{-}]^2$

2)

2.1. Dissolution de l'hydroxyde de cobalt



2.2. Produit de solubilité : $K_{S2} = [\text{Co}^{2+}] \times [\text{OH}^{-}]^2$

3)

3.1. Si 99% des ions cobalt précipitent, il ne reste plus que 1% des ions en solution.

La concentration finale représente 1% de la concentration initiale

$$[\text{Co}^{2+}]_f = \frac{1}{100} \times [\text{Co}^{2+}]_i = \frac{1}{100} \times 1,0 \cdot 10^{-2} =$$

$$1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Concentration en ions hydroxyde

$$K_{S2} = [\text{Co}^{2+}] \times [\text{OH}^{-}]^2$$

$$[\text{OH}^{-}] = \sqrt{\frac{K_{S2}}{[\text{Co}^{2+}]}} = \sqrt{\frac{1,58 \cdot 10^{-15}}{1,0 \cdot 10^{-4}}} =$$

$$3,97 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

Concentration en ion oxonium

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

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}] = \frac{10^{-14}}{[\text{HO}^{-}]} = \frac{10^{-14}}{3,97 \cdot 10^{-6}} =$$

$$2,52 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

pH de la solution

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^{+}] = -\log(2,52 \cdot 10^{-9}) = 8,6$$

Lorsque le pH de la solution devient supérieur ou égal à 8,6, plus de 99% des ions cobalt précipitent

3.2. Si 1% des ions magnésium précipitent, il reste encore 99% des ions en solution.

La concentration finale représente 99% de la concentration initiale

$$[\text{Mg}^{2+}]_f = \frac{99}{100} \times [\text{Mg}^{2+}]_i = \frac{99}{100} \times 1,0 \cdot 10^{-2} =$$

$$9,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Concentration en ions hydroxyde

$$K_{S1} = [\text{Mg}^{2+}] \times [\text{OH}^{-}]^2$$

$$[\text{OH}^{-}] = \sqrt{\frac{K_{S1}}{[\text{Mg}^{2+}]}} = \sqrt{\frac{1,58 \cdot 10^{-11}}{9,9 \cdot 10^{-3}}} =$$

$$3,99 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

Concentration en ion oxonium

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

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}] = \frac{10^{-14}}{[\text{HO}^{-}]} = \frac{10^{-14}}{3,99 \cdot 10^{-5}} =$$

$$2,50 \cdot 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

pH de la solution

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^{+}] = -\log(2,50 \cdot 10^{-10}) = 9,6$$

Lorsque le pH de la solution devient supérieur ou égal à 9,6, plus de 1% des ions magnésium précipitent

3.3. Zone de pH où il est possible de précipiter plus de 99% du cobalt sans précipiter plus de 1% du magnésium :

Lorsque le pH de la solution est supérieur ou égal à 8,6, plus de 99% des ions cobalt précipitent

Lorsque le pH de la solution est supérieur ou égal à 9,6, plus de 1% des ions magnésium précipitent; donc lorsque le pH de la solution est inférieur ou égal à 9,6, moins de 1% des ions magnésium précipitent.

Le pH de la solution qui permet de faire précipiter 99% des ions cobalt sans faire précipiter plus de 1% des ions magnésium doit être compris entre 8,6 et 9,6.