

## Concentration et solutions électrolytiques

### Exercice 1 :

Une masse  $m = 17,1\text{g}$  de sulfate d'aluminium solide est dissoute dans  $V = 250\text{mL}$  d'eau.

- 1- Quelle est la masse molaire du sulfate d'aluminium ?
- 2- Quels sont la concentration massique (titre) et la concentration en soluté apporté du sulfate d'aluminium ?
- 3- Quels sont les concentrations effectives des ions  $\text{Al}^{3+}$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  ?
- 4- Vérifier que la solution est électriquement neutre.

Données : masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $\text{Al} = 27$  ;  $\text{S} = 32$  ;  $\text{O} = 16$

### Correction

#### 1- Masse molaire du sulfate d'aluminium :

$$M = 2 \times 27 + 3 \times (32 + 4 \times 16) = 342 \text{ g.mol}^{-1}$$

#### 2-Concentration massique en sulfate d'aluminium :

$$C_m = \frac{\text{masse du solide dissout(g)}}{\text{Volume de la solution}} = \frac{17,1}{0,25} = 68,4 \text{ g.L}^{-1}$$

#### -Concentration en soluté apporté du sulfate d'aluminium :

$$C = \frac{\text{concentration massique(g.L}^{-1})}{\text{Masse molaire(g.mol}^{-1})} = \frac{C_m}{M} = \frac{68,4}{342} = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$$

#### 3- Les concentrations effectives des ions $\text{Al}^{3+}$ et $\text{SO}_4^{2-}$ :



Concentration effective des ions  $\text{Al}^{3+}$  :  $[\text{Al}^{3+}] = 2 \times 0,2 = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$

Concentration effective des ions  $\text{SO}_4^{2-}$  :  $[\text{SO}_4^{2-}] = 3 \times 0,2 = 0,6 \text{ mol.L}^{-1}$

#### 4- La solution est électriquement neutre car :

$$3[\text{Al}^{3+}] = 2[\text{SO}_4^{2-}] = 1,2 \text{ mol.L}^{-1}$$

## Exercice 2 :

Une solution de sulfate de zinc est obtenue en dissolvant  $m = 32,3\text{ g}$  de sulfate de zinc dans  $V = 250\text{ mL}$  d'eau.

- 1- Quelle est la masse molaire du sulfate de zinc ?
- 2- Quels sont la concentration massique (ou le titre) et la concentration en soluté apporté du sulfate d'aluminium ?
- 3- Quels sont les concentrations effectives des ions  $\text{Zn}^{2+}$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  ?
- 4- Vérifier que la solution est électriquement neutre.

Données : masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $\text{Zn} = 65,4$  ;  $\text{S} = 32$  ;  $\text{O} = 16$

## Correction

- 1- Masse molaire du sulfate de zinc :

$$M = 65,4 + 32 + 4 \times 16 = 161,4 \text{ g.mol}^{-1}$$

- 2-Titre en sulfate de zinc :

$$t = \frac{\text{masse du solide dissout(g)}}{\text{Volume de la solution}} = \frac{32,3}{0,25} = 129,2 \text{ g.L}^{-1}$$

- Concentration en soluté apporté du sulfate de zinc :

$$C = \frac{\text{titre massique(g.L}^{-1})}{\text{Masse molaire(g.mol}^{-1})} = \frac{129,2}{161,4} = 0,80 \text{ mol.L}^{-1}$$

- 3- Les concentrations effectives des ions  $\text{Zn}^{2+}$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  :



Concentration effective des ions  $\text{Al}^{3+}$  :  $[\text{Zn}^{2+}] = 0,8 = 0,8 \text{ mol.L}^{-1}$

Concentration effective des ions  $\text{SO}_4^{2-}$  :  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,8 = 0,8 \text{ mol.L}^{-1}$

- 4- La solution est électriquement neutre car :

$$[\text{Zn}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 0,8 \text{ mol.L}^{-1}$$

### Exercice 3 :

On dissout 0,20 g de chlorure de baryum (II)  $BaCl_2$  dans une quantité d'eau suffisante de manière à obtenir 500 mL de solution.

- 1- Quelle est la quantité de matière de soluté dissous dans l'eau ?
- 2- En déduire la concentration molaire en soluté apporté de la solution obtenue.
- 3- Ecrire l'équation bilan de la dissolution du chlorure de baryum (II) dans l'eau.
- 4- En déduire les concentrations molaires des ions baryum (II)  $Ba^{2+}_{(aq)}$  et des ions chlorure  $Cl^-_{(aq)}$  dans la solution.

Données : masse molaire  $Ba = 137 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $Cl = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

### Correction

1- Quantité de matière :

$$n = \frac{m}{M}$$

$$M = M(Ba) + 2M(Cl) = 137 + 2 \times 35,5 = 208 \text{ g/mol}$$

A.N :

$$n = \frac{0,20}{208} = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

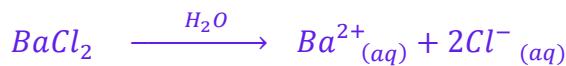
2- Concentration molaire :

$$C = \frac{n}{V}$$

A.N :

$$C = \frac{9,6 \cdot 10^{-4}}{500 \cdot 10^{-3}} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

3- Equation bilan de la dissolution :



4- Concentration des ions en solution :

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$BaCl_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$		
Etat su système	avancement	Quantité de matière en (mol)		
Etat initiale	$x = 0$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	0	0
Etat intermédiaire	$x$	$9,6 \cdot 10^{-4} - x$	$x$	$2x$

Etat final	$x = x_{max}$	$9,6 \cdot 10^{-4} - x_{max}$	$x_{max}$	$2x_{max}$
------------	---------------	-------------------------------	-----------	------------

$BaCl_2$  réactif limitant :  $9,6 \cdot 10^{-4} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$$[Ba^{2+}] = \frac{n(Ba^{2+})}{V} = \frac{x_{max}}{V} = C$$

$$[Ba^{2+}] = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Cl^-] = \frac{2x_{max}}{V} = 2C$$

$$[Cl^-] = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

## Exercice 4 :

Le sel de Mohr est un solide de formule  $FeSO_4 \cdot (NH_2)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ . On veut préparer une solution  $S_0$  de sel de Mohr de volume  $V_0 = 200,0 \text{ mL}$  de concentration  $C_0 = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

On dilue ensuite pour obtenir un volume  $V_1 = 100,0 \text{ mL}$  de solution  $S_1$  dans laquelle la concentration massique des ions fer  $II$  est égale à  $C_{m1} = 0,209 \text{ g.L}^{-1}$ .

- 1- Calculer la masse molaire du sel de Mohr.
- 2- Ecrire l'équation de la dissolution dans l'eau et préciser le nom des ions.
- 3- Indiquer les tests chimiques permettant de mettre en évidence, dans cette solution, le cation métallique et l'anion.
- 4- Calculer la masse nécessaire de sel de Mohr pour la préparation de la solution  $S_0$ .
- 5- Quelles sont les concentrations molaires effectives de tous les ions présents dans la solution  $S_0$ .
- 6- Quelle est la concentration massique des ions fer  $II$  dans la solution  $S_0$ ? Indiquer brièvement le mode opératoire pour obtenir la solution  $S_1$ .

## Correction

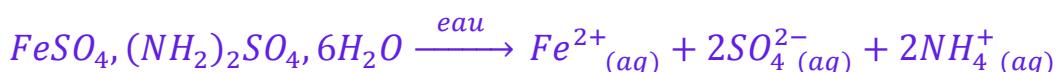
- 1- Masse molaire du sel de Mohr :

$$M = M(Fe) + 2M(SO_4) + 2M(NH_2) + 6M(H_2O)$$

$$M = 2 \times 55,8 + 2 \times (32,1 + 4 \times 16,0) + 2 \times 14,0 + 41,01 + 6 \times (2 \times 10,1 + 16,0)$$

$$M = 292,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

- 2- Equation de la dissolution dans l'eau :



### 3- Tests :

- Cation métallique :  $Fe^{2+}_{(aq)}$  en présence d'ions hydroxyde, les ions fer II donnent un précipité vert (la couleur du précipité évolue au cours de temps, il devient vert foncé, puis apparition d'une teinte de rouille).
- Anion :  $SO_4^{2-}_{(aq)}$  en présence d'ions baryum, les ions sulfates donnent un précipité blanc de sulfate de baryum  $BaSO_4$ .

### 4- Masse de sel de Mohr pour la préparation de la solution $S_0$ :

$$\begin{cases} n = C_0 \cdot V_0 \\ m = n \cdot M \end{cases} \Rightarrow m = C_0 \cdot V_0 \cdot M \Rightarrow m = 1,5 \times 10^{-2} \times 200,0 \times 10^{-3} \times 392 = 1,18g$$

### 5- concentrations molaires des ions en solutions : d'après l'équation de dissolution :

Ion	$Fe^{2+}_{(aq)}$	$SO_4^{2-}_{(aq)}$	$NH_4^+_{(aq)}$
Concentration	$C$	$2C$	$2C$
En ( $mol/L$ )	$1,50 \times 10^{-2}$	$3,00 \times 10^{-2}$	$3,00 \times 10^{-2}$

### 6- Concentration massique des ions fer II :

- Solution  $S_0$  : concentration massique des ions fer , on connaît la concentration en ion fer II :

$$C_{m0} = C_0 \cdot M \Rightarrow C_{m0} = 1,5 \times 10^{-2} \times 55,8 = 0,279 \text{ g/L}$$

- Solution  $S_1$  : concentration massique des ions fer II :  $C_{m1} = 0,209 \text{ g/L}$
- Au cours de la dilution il y a conservation de la quantité de matière de soluté.

$C_{m0} = 0,279 \text{ g/L}$ $S_0 \left\{ \begin{array}{l} C_0 = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \\ V_0 = ? \\ n_0 = C_0 \cdot V_0 \end{array} \right.$	$C_0 \cdot V_0 = C_1 \cdot V_1$ $V_0 = \frac{C_1 \cdot V_1}{C_0}$ $V_0 = \frac{3,75 \times 10^{-3} \times 100}{1,5 \times 10^{-2}}$ $V_0 = 25 \text{ mL}$	$C_{m1} = 0,209 \text{ g/L}$ $S_1 \left\{ \begin{array}{l} C_1 = 3,75 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \\ V_1 = 100 \text{ mL} \\ n_1 = C_1 \cdot V_1 \end{array} \right.$
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Mode opératoire :

On utilise une pipette jaugée de 25 mL .

- Matériel et solutions :

-Bécher, pipette jaugée de 25 mL munie de sa pro pipette, fiole jaugée de 100 mL.

Solution  $S_0$  se sel de Mohr et de l'eau distillée.

## Exercice 5 :

On introduit dans une fiole jaugée de 250 mL une masse de 1,19 g de chlorure de cobalt (II) hexa hydraté  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  et on remplit avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

1- Calculer la concentration molaire de la solution S obtenue.

2- Ecrire l'équation de dissolution.

3- En déduire les concentrations molaires des ions présents dans la solution.

Donnée :

$$M(\text{Co}) = 58,9 \text{ g/mol} ; M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol} ; M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol} ; M(\text{H}) = 58,9 \text{ g/mol}$$

## Correction

1- Concentration molaire de la solution S :

$$C = \frac{n}{V} \quad \text{et} \quad n = \frac{m}{M}$$

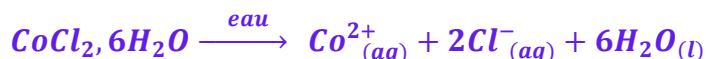
$$M = M(\text{Co}) + 2M(\text{Cl}) + 12M(\text{H}) + 6M(\text{O}) = 58,9 + 2 \times 35,5 + 12 \times 1 + 6 \times 16$$

$$M = 238 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$n = \frac{1,19}{238} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$C = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,25} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

2- Equation de dissolution :



Ou bien si on ne tient pas compte du fait que le chlorure de cobalt est hydraté :



3- Concentrations molaires des ions présents dans la solution :

$\text{CaCl}_2$  n'existe pas dans la solution, on ne trouve que des  $\text{Co}^{2+}_{(\text{aq})}$  et des  $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$

$$[\text{Co}^{2+}] = C \Rightarrow [\text{Co}^{2+}] = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^{-}] = 2C \Rightarrow [\text{Cl}^{-}] = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Remarque on peut raisonner avec un tableau d'avancement sur 1 litre :

Equation de la réaction		$CoCl_2(s) \xrightarrow{eau} Co^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$		
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)		
initial	0	$2,0 \cdot 10^{-2}$	0	0
En cours	$x$	$2,0 \cdot 10^{-2} - x$	$x$	$2x$
final	$x_{max}$	$2,0 \cdot 10^{-2} - x_{max}$	$x_{max}$	$2x_{max}$

## Exercice 6 :

1- Donner les formules des ions suivants : sulfate ; Carbonate ; Phosphate ; Nitrate.

2- Donner les formules statistiques des composés suivants :

a : Chlorure d'Aluminium      b : nitrate de fer II

c : Sulfate de potassium      d : Hydroxyde de sodium

3- Ecrire les réactions de dissolution des composés ioniques suivants :



4- On mélange  $V_1 = 50 \text{ mL}$  d'une solution de  $Na_2SO_4$  à concentration  $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  avec un volume  $V_2 = 100 \text{ mL}$  d'une solution  $CuSO_4$  à concentration  $C_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Déterminer la concentration des différents ions présents dans le mélange.

## Correction

1- Formules des ions :

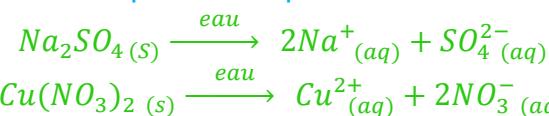
sulfate  $SO_4^{2-}$  ; Carbonate  $CO_3^{2-}$  ; Phosphate  $PO_4^{3-}$  ; Nitrate  $NO_3^-$

2- Formules statistiques des composés suivants :

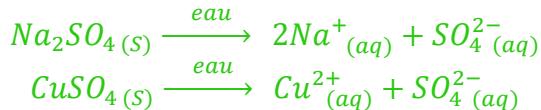
a : Chlorure d'Aluminium  $AlCl_3$       b : nitrate de fer II  $Fe(NO_3)_3$

c : Sulfate de potassium  $K_2SO_4$       d : Hydroxyde de sodium  $NaOH$

3- Réactions de dissolution des composés ioniques :



4- concentration des différents ions présents dans le mélange :



La seule solution est de calculer les différentes quantités de matière provenant des deux solutions puis on divise par le volume totale de la solution pour obtenir la concentration.

$$n(Na^+) = C_1 \cdot V_1 \Rightarrow n(Na^+) = 2 \times 0,1 \times 50 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n(SO_4^{2-}) = C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2$$

$$n(SO_4^{2-}) = 0,1 \times 50 \times 10^{-3} + 5 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n(Cu^{2+}) = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow n(Cu^{2+}) = 5 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Calculons les différentes concentrations sachant que le volume total est de 150 mL

$$[Na^+] = \frac{n(Na^+)}{V} = \frac{10^{-2}}{0,15}$$

$$[Ba^{2+}] = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = \frac{n(SO_4^{2-})}{V} = \frac{10^{-2}}{0,15}$$

$$[SO_4^{2-}] = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Cu^{2+}] = \frac{n(Cu^{2+})}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,15}$$

$$[Ba^{2+}] = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$