



PREMIERE SPECIALITE
Physique et chimie

CHAPITRE T3
COHESION DE LA MATIERE ET MISCIBILITE
TP 18 : Concentrations effectives

CORRECTION

Objectifs

Calculer concentrations molaires (ou massiques) d'ions en solution

/50
/20

PRESENTATION

Le solide ionique étudié est du chlorure de fer III

Sa formule chimique est : $FeCl_{3(s)}$

La dissolution de ce composé ionique solide dans l'eau donne naissance à une solution ionique aqueuse composée :

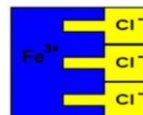
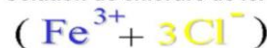
- ☞ d'ions $Fe^{3+}_{(aq)}$
- ☞ d'ions $Cl^{-}_{(aq)}$

L'espèce $FeCl_3$ n'est alors plus présente.

Equation de dissolution du chlorure de fer III solide dans l'eau



Solution de chlorure de fer III



L'ensemble est globalement neutre, il faut les proportions suivantes :

Soit 1 ion Fe^{3+} pour 3 ions Cl^{-}



DETERMINER LA CONCENTRATION EN IONS Fe^{3+} ET Cl^{-} DANS LA SOLUTION S_0 OBTENUE APRES DISSOLUTION DU SOLIDE IONIQUE

TRAVAIL A

FAIRE

PARTIE 1 : ETUDE DES IONS Cl^{-}

1-

EXPERIMENTATION

- Prélever** $V = 10,0$ mL de S_0 (qui contient les ions $Fe^{3+}_{(aq)}$ et $Cl^{-}_{(aq)}$)
- Les **introduire** dans un bécher étiqueté « *mélange* »
- Prélever** $V_{Ag^+} = 20,0$ mL d'une solution aqueuse de nitrate d'argent ($Ag^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}_{(aq)}$) de concentration en ions argent $Ag^{+}_{(aq)}$ égale à $C_{Ag^+} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- Les **introduire** dans un bécher étiqueté « *mélange* »

Observer : Il se forme un précipité (espèce solide)

- Filtrer** la solution obtenue sur papier filtre au-dessus d'un erlenmeyer à l'aide d'un entonnoir et un papier filtre.
- Récupérer** le filtrat dans un erlenmeyer

ANALYSE

a) **Donner** la formule des 4 ions introduits : $Fe^{3+}_{(aq)}$ $Cl^{-}_{(aq)}$ $Ag^{+}_{(aq)}$ $NO_3^{-}_{(aq)}$

b) **Ecrire** l'équation de la transformation chimique ayant lieu

Données : Formule des 2 ions spectateurs : $NO_3^{-}_{(aq)}$ et $Fe^{3+}_{(aq)}$



2-

EXPERIMENTATION

On souhaite vérifier :

→ si le filtrat contenu dans l'erlenmeyer contient encore, en quantités significatives, des ions chlorure $Cl^{-}_{(aq)}$ provenant du solide ionique $FeCl_3$?

→ si les ions $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ont tous été bien consommés lors du mélange

Pour cela :

- Prendre** l'erenmeyer contenant le filtrat
- Séparer** en 2 le filtrat dans 2 tubes à essais
- Ajouter** des ions Ag^+ grâce au nitrate d'argent dans le tube 1
- Ajouter** des ions $\text{Cl}^-(\text{aq})$ en ajoutant de la solution S_0 dans le tube 2

OBSERVATIONS

Aucun précipité qui se forme dans les 2 tubes à essais

CONCLUSION

On en déduit donc qu'il ne reste plus d'ion chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$ ni d'ion $\text{Ag}^+(\text{aq})$

ANALYSE : Dans quelles proportions les ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$ et les ions $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ont-ils été introduits ? proportions stœchiométriques.

3-

CALCULS

- a) **Exprimer** puis **calculer** la quantité de matière d'ions argent $n^\circ(\text{Ag}^+)$ présente dans les $V = 20,0 \text{ mL}$ de solution de nitrate d'argent utilisés.

$$\begin{aligned} n^\circ(\text{Ag}^+) &= C_{\text{Ag}^+} \times V \\ &= 7,5 \cdot 10^{-2} \times 20,0 \times 10^{-3} \\ &= 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

- b) **Réaliser** un tableau d'avancement de la réaction de précipitation, en notant $n^\circ(\text{Cl}^-)$ la quantité de matière initiale d'ion $\text{Cl}^-(\text{aq})$ que l'on ne connaît pas encore.

	$\text{Ag}^+(\text{aq})$	+	$\text{Cl}^-(\text{aq})$	→	$\text{AgCl}(\text{s})$
$x = 0 \text{ mol}$	$1,5 \times 10^{-3}$		$n^\circ(\text{Cl}^-)$		0
x	$1,5 \times 10^{-3} - x$		$n^\circ(\text{Cl}^-) - x$		x
$x = x_{\text{max}}$	$1,5 \times 10^{-3} - x_{\text{max}}$		$n^\circ(\text{Cl}^-) - x_{\text{max}}$		x_{max}

- c) La réaction étant totale en **déduire** la valeur de x_{max} :

$$x_{\text{max}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

- d) **En déduire** la quantité d'ions chlorures $n^\circ(\text{Cl}^-)$ présents dans les $10,0 \text{ mL}$ de solution S_0 utilisés.

$$n^\circ(\text{Cl}^-) = x_{\text{max}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

4-

VALIDATION

Exprimer puis **calculer** la concentration molaire en ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ de la solution S_0 .

Cette concentration sera notée $[\text{Cl}^-]$ afin de **démontrer** que $[\text{Cl}^-] = 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Pour cela, on sait que :

- ☞ $n^\circ(\text{Cl}^-) = x_{\text{max}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- ☞ $V_{\text{Cl}^-} = 10,0 \text{ mL}$

On calcule donc la concentration molaire en ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ de la solution S_0

$$\begin{aligned} [\text{Cl}^-] &= n^\circ(\text{Cl}^-) / V_{\text{Cl}^-} \\ &= 1,5 \cdot 10^{-3} / 10,0 \times 10^{-3} \\ &= 1,5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

PARTIE 2 : ETUDE DES IONS Fe^{3+}

5-

Nous allons préparer une échelle de teintes**CALCULS**

- Compléter le volume total de chaque solution fille préparées
- Calculer** les concentrations des solutions filles obtenues en **complétant** la dernière ligne du tableau

EXPERIMENTATION

- Venir** au bureau du professeur avec le bécher étiqueté S_1 pour récupérer de la solution S_1
- Remplir** deux burettes graduées :
 - l'une avec de l'eau distillée
 - l'autre avec une solution aqueuse solution mère notée S_1 de chlorure de fer III de concentration en ions fer III égale à $C_1 = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- Préparer** 4 tubes à essai à l'aide des mélanges dont les volumes sont marqués dans le tableau ci-dessous.
 - Ne pas oublier **d'homogénéiser** ces 4 tubes à essai
 - Préparer** également un tube avec S_0 (solution inconnue)

Numéro du mélange	1	2	3	4
Volume de solution mère S_1 en mL	1,0	2,0	3,0	4,0
Volume d'eau en mL ajoutés pour diluer	9,0	8,0	7,0	6,0
Volume total de la solution fille en mL	10,0	10,0	10,0	10,0
Concentration en ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ en mol.L^{-1}	On dilue 10 fois donc $[\text{Fe}^{3+}] = 2,0 \times 10^{-2}$	On dilue 5 fois donc $[\text{Fe}^{3+}] = 4,0 \times 10^{-2}$	On dilue 10/3 fois donc $[\text{Fe}^{3+}] = 6,0 \times 10^{-2}$	On dilue 2.5 fois donc $[\text{Fe}^{3+}] = 8,0 \times 10^{-2}$

6-

ANALYSE

Donner, à l'aide de cette échelle de teinte, **un encadrement** de la concentration effective en ions fer III de la solution S_0 afin de vérifier que $[\text{Fe}^{3+}] = 5,0 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$

Pour cela compléter les phrases ci-dessous :

→ **Par comparaison des teintes on trouve que notre solution S_0 est comprise entre le mélange 2 et le mélange 3**

→ **On en déduit donc que $4,0 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1} < [\text{Fe}^{3+}] < 6,0 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$**

→ **Ce qui permet de confirmer que l'on peut avoir $[\text{Fe}^{3+}] = 5,0 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$**

-
-
-

BILAN DES DEUX PARTIES

7-

Noter les concentrations molaires $[\text{Fe}^{3+}]$ et $[\text{Cl}^-]$ de cette même solution que vous avez trouvées dans les parties 1 et 2



$$[\text{Fe}^{3+}] = 5,0 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$$



$$[\text{Cl}^-] = 1,5 \times 10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$$

Donner une relation mathématique entre ces deux concentrations

$$[\text{Cl}^-] = 3 \times [\text{Fe}^{3+}] \quad \text{ou} \quad [\text{Fe}^{3+}] = [\text{Cl}^-] / 3$$

Expliquer ce résultat

D'après l'équation bilan de dissolution : $\text{FeCl}_{3(s)} \rightarrow \text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 3 \text{Cl}^-_{(aq)}$

Il se forme 1 $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ pour 3 $\text{Cl}^-_{(aq)}$

La concentration molaire des ions Cl^- est donc 3 fois plus élevée que celle des ions Fe^{3+}

-
-
-

VERIFICATION PAR LA THEORIE

8-

a) **Redonner** la valeur trouvée à partir du premier tableau d'avancement pour de $n^{\circ}(\text{Cl}^-)$ dans les $V_{\text{sol}} = 10\text{mL}$ de S_0

$$n^{\circ}(\text{Cl}^-) = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

b) **Donner** la formule chimique du composé solide d'où proviennent ces ions Cl^- ? $\text{FeCl}_{3(s)}$

c) **Compléter** le tableau d'avancement pour la réaction de dissolution du solide ionique en notant $n^{\circ}(\text{FeCl}_3)$ la quantité de matière initiale du composé ionique (*penser à utiliser les 2 questions précédentes*)

Equation	$\text{FeCl}_{3(s)}$	\rightarrow	$\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$	+	$3 \text{Cl}^-_{(aq)}$
$x = 0$	$n^{\circ}(\text{FeCl}_3)$		0		0
x	$n^{\circ}(\text{FeCl}_3) - x$		x		3x
x_{max}	$n^{\circ}(\text{FeCl}_3) - x_{\text{max}}$		x_{max}		$3x_{\text{max}}$

d) En utilisant la question 8 a) **donner** la valeur de : $3 x_{\text{max}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

e) En **déduire** la valeur de x_{max} : $x_{\text{max}} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

f) En **déduire** par un calcul à l'état final : la quantité de matière et la concentration molaire en ions Fe^{3+} de la solution S_0

$$n(\text{Fe}^{3+}) = x_{\text{max}} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

g) En **déduire** par un calcul à l'état final la concentration molaire en ions Fe^{3+}

$$\begin{aligned} [\text{Fe}^{3+}] &= n(\text{Fe}^{3+}) / V_{\text{sol}} \\ &= 5,0 \times 10^{-4} / 10,0 \times 10^{-3} \\ &= 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

h) En **déduire** par un calcul à l'état initial : la quantité de matière et la concentration molaire en soluté apporté de la solution S_0

$$n_0(\text{FeCl}_3) = x_{\text{max}} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} C(\text{FeCl}_3) &= n_0(\text{FeCl}_3) / V_{\text{sol}} \\ &= 5,0 \times 10^{-4} / 10,0 \times 10^{-3} \\ &= 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

9-

VALIDATION

Compléter les phases suivantes :

D'après tous les calculs de la question 8- on constate que :

- ☞ 1 mole de $\text{FeCl}_{3(s)}$ permet la formation de 1 mole d'ions $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ et de 3 moles d'ions $\text{Cl}^-_{(aq)}$
- ☞ La concentration molaire des ions $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ est donc **égale à** celle de $\text{FeCl}_{3(s)}$
- ☞ La concentration molaire des ions $\text{Cl}^-_{(aq)}$ est donc **3 fois plus élevée** que celle de $\text{FeCl}_{3(s)}$

SOLIDE IONIQUE ETUDE HYDRATE

10- a) **Exprimer** et **calculer** la masse molaire du chlorure de fer III

$$M(\text{FeCl}_3) = M(\text{Fe}) + 3 \times M(\text{Cl}) = 55,8 + 3 \times 35,5 = 162,3 \text{ g.mol}^{-1}$$

b) Sachant que la concentration molaire est $C(\text{FeCl}_3) = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, **exprimer** puis **calculer** la masse $m(\text{FeCl}_3)$ de chlorure de fer III utilisée pour fabriquer **V = 1L** de la solution S_0

$$\begin{aligned} m(\text{FeCl}_3) &= n(\text{FeCl}_3) \times M(\text{FeCl}_3) \\ &= 5,0 \times 10^{-2} \times 162,3 \\ &= 8,1 \text{ g} \end{aligned}$$

c) En fait, une masse de **m = 13.5 g** a été nécessaire.

Ceci est dû au fait, que le solide FeCl_3 contient de l'eau (il est dit hydraté), et doit donc être écrit selon la formule **$(\text{FeCl}_3, x \text{H}_2\text{O})$** solide

Calculer la valeur de x

$$\begin{aligned} m(\text{FeCl}_3, x \text{H}_2\text{O}) &= n^\circ(\text{FeCl}_3) \times M(\text{FeCl}_3, x \text{H}_2\text{O}) \\ &= 5,0 \times 10^{-2} \times (162,3 + x(2 \times 1,00 + 1 \times 16,0)) \end{aligned}$$

$$m(\text{FeCl}_3, x \text{H}_2\text{O}) = 13,5 \text{ g}$$

$$\text{on a donc une équation à résoudre : } 13,5 = 5,0 \times 10^{-2} \times (162,3 + 18x)$$

$$\text{on trouve } x = 6$$

La formule du solide ionique est



c'est du chlorure de fer III hexahydraté

Données : $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$

Jour : lundi 19/05/22	Heure : 13h à 15h
Cours	
TP : oui	Nombre de groupes : 10
Matériel, produits, montages et solution	
<p>Poste prof :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réserve papier filtre - Bidons récupération - Réserve pipettes plastique <p>Solutions</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solution chlorure de fer III ($Fe^{3+}, 3Cl^-$) de concentration $C_0 = 5,0 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ « solution S_0 » $V_{total} = 500 mL$ + gros bécher pour se servir - Solution nitrate d'argent de concentration $C = 7,5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ « solution nitrate d'argent » $V_{total} = 500 mL$ + gros bécher pour se servir - Solution de chlorure de fer III de concentration en ions fer III : $[Fe^{3+}] = 0,20 mol.L^{-1}$ « solution S_1 » $V_{total} = 500 mL$ 	
<p>Poste élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4 béchers 50 mL étiquetés <ul style="list-style-type: none"> → S_1 → S_0 → nitrate d'argent → mélange - 1 très gros bécher → poubelle - 1 pipette jaugée 10 mL - 1 pipette jaugée 20 mL - 1 propipette - 1 erlenmeyer - 1 entonnoir - 1 papier filtre - 2 burettes graduées sur support - Eau distillée - 5 tubes à essai sur porte tubes à essai - Chiffons - Flacon nitrate d'argent (pour test connaissance) - Flacon chlorure de sodium (pour test reconnaissance) 	