

1^{ère} SpéChimie

Thème : Constitution et transformation de la matière

L'avancement d'une réaction chimique

TP07

📖 Chap.3

➤ **But du TP** : Déterminer la composition de l'état final d'un système et l'avancement final d'une réaction chimique.

I. Etude qualitative

Protocole expérimental (Réaliser)

- Dans deux béchers ① et ②, verser 20 mL d'une solution de sulfate de fer III.
- Dans le bécher ①, ajouter 5,0 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium.
- Agiter, puis filtrer.
- Dans le bécher ②, ajouter 20 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium.
- Agiter, puis filtrer.

1) Que peut-on dire quant aux espèces présentes (ou non) à l'état final dans le filtrat ?



II. Etude quantitative

- En chimie, on utilise la notion d'**avancement** (noté x) pour suivre l'évolution des quantités de matière au cours d'une réaction chimique. Cette grandeur s'exprime en mole et représente la quantité de matière mise en jeu pendant la réaction. On utilise un tableau d'avancement (ou d'évolution) afin de déterminer l'état final d'une réaction.

Document 1 : Méthode pour remplir un tableau d'avancement.

- Soit l'équation de la réaction chimique : $a A + b B \longrightarrow d D + e E$ où A et B sont les réactifs ; D et E sont les produits ; a, b, d et e sont les coefficients stœchiométriques. On note $n_i(A)$ la quantité de matière initiale du réactif A, $n_i(B)$ celle du réactif B. On note x l'avancement de la réaction. On remplit alors le tableau de la manière suivante :

Equation de la réaction chimique		$a A + b B \longrightarrow d D + e E$			
Etat du système	Avancement	Quantité de matière (en mol)			
Etat initial	$x = 0$	$n_i(A)$	$n_i(B)$	0	0
en cours	$0 \leq x \leq x_{\max}$	$n_i(A) - a \times x$	$n_i(B) - b \times x$	$d \times x$	$e \times x$
Etat final	x_{\max}	$n_i(A) - a \times x_{\max}$	$n_i(B) - b \times x_{\max}$	$d \times x_{\max}$	$e \times x_{\max}$

- Afin de déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{\max} , on fait autant d'hypothèses qu'il y a de réactifs.
 - Hypothèse 1 : Si A est le réactif limitant, alors A est totalement consommé donc $n_i(A) - a \times x_{\max} = 0$.
Soit : $x_{\max} = \frac{n_i(A)}{a}$
 - Hypothèse 2 : Si B est le réactif limitant, alors B est totalement consommé donc $n_i(B) - b \times x_{\max} = 0$.
Soit : $x_{\max} = \frac{n_i(B)}{b}$
 - On choisit alors la plus petite de valeurs de x_{\max} . Puis, on remplace x_{\max} par sa valeur dans la dernière ligne du tableau.
- Remarques : Si la valeur de x_{\max} est identique pour les deux hypothèses, alors les réactifs sont introduits en **proportions stœchiométriques**. On a alors $x_{\max} = \frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$
- Souvent, les quantités de matière des réactifs ne sont pas données : il faut alors les calculer...

Document 2 : Données

- Concentration molaire des solutions aqueuses utilisées :

Solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$)	Solution de sulfate de fer III ($2 \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$)
$[\text{HO}^-] = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$	$[\text{Fe}^{3+}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$

- Masse molaire atomique (en g.mol^{-1}) :

H	O	S	Fe
1,00	16,0	32,1	55,85

Questions (Analyser-Valider)

- Ecrire l'équation de précipitation entre les ions fer III $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ avec les ions hydroxyde $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$, sachant que le précipité a pour formule $\text{Fe}(\text{HO})_3(\text{s})$.
- Déterminer l'état final de chaque réaction réalisée précédemment. Pour cela, remplir un tableau d'avancement pour chaque cas page 3.
- Est-ce en accord avec vos observations ?

III. Application à la préparation d'une solution

- Au laboratoire de chimie, le préparateur nous prépare les solutions demandées. Nous souhaitons savoir comment il a procédé pour préparer la solution de sulfate de fer III utilisée lors de l'expérience. Il dispose du matériel de chimie habituel ainsi que d'un solide appelé le sulfate de fer III nonahydraté, de formule assez complexe : $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$.

Protocole expérimental (Réaliser-Analyser)

- Ecrire l'équation de dissolution du sulfate de fer III dans l'eau.
- Compléter le tableau d'avancement ci-dessous afin de déterminer la quantité de matière du solide à prélever pour 50,0 mL de solution à préparer.

Equation de la dissolution		\rightarrow +		
Etat du système	Avancement	Quantité de matière (en mmol)		
Etat initial	$x = 0$	n_i	0	0
en cours	$0 \leq x \leq x_{\text{max}}$			
Etat final	$x_{\text{max}} =$			

- Vérifier que la masse molaire du solide utilisé vaut $M = 562,0 \text{ g.mol}^{-1}$.
- En déduire la masse m de solide à peser.
- Proposer un protocole pour réaliser cette solution.

 **Faire vérifier votre protocole par le professeur, puis réaliser la solution.** 

- Comment vérifier simplement que la solution est de même concentration que celle du préparateur ? Justifier.
- Sur le graphique **page 3**, représenter de couleurs différentes l'évolution des quantités de matière n des espèces mises en jeu en fonction de l'avancement x de la dissolution :
 - n_1 pour le sulfate de fer III en bleu ;
 - n_2 pour les ions ferrique $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ en rouge ;
 - n_3 pour les ions sulfate $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ en vert.

Problème (Raisonner)

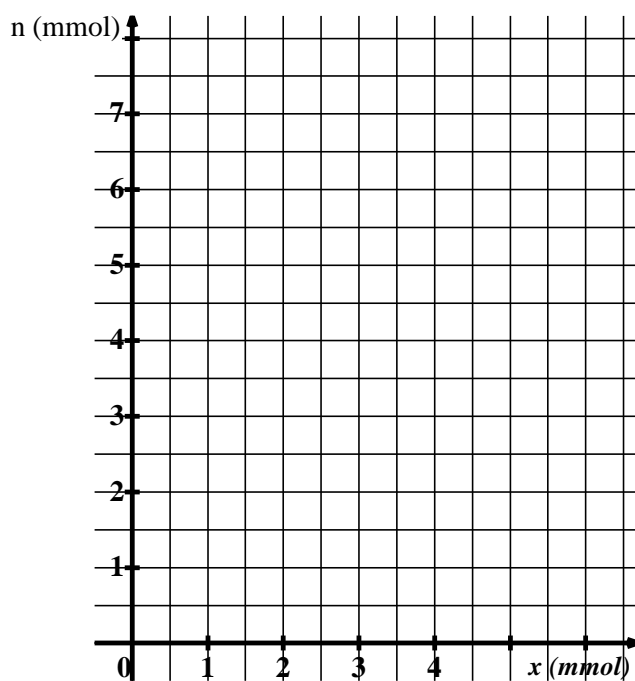
- Quel volume d'hydroxyde de sodium aurait-on du verser pour être dans les proportions stœchiométriques lors de la réaction du **I** ?

Bécher ①

Equation de la précipitation		+ →		
Etat du système	Avancement	Quantité de matière (en mmol)		
Etat initial	$x = 0$			
en cours	$0 \leq x \leq x_{\max}$			
Etat final	$x_{\max} =$			

Bécher ②

Equation de la précipitation		+ →		
Etat du système	Avancement	Quantité de matière (en mmol)		
Etat initial	$x = 0$			
en cours	$0 \leq x \leq x_{\max}$			
Etat final	$x_{\max} =$			

**Liste du matériel**

Élèves	Bureau
<input type="checkbox"/> Fiole jaugée 50,0 mL <input type="checkbox"/> Coupelle pesée <input type="checkbox"/> 1 éprouvette graduée 25 mL <input type="checkbox"/> 2 béchers 50 mL <input type="checkbox"/> 2 béchers 100 mL <input type="checkbox"/> 1 spatule <input type="checkbox"/> Dispositif de filtration avec papier filtre +entonnoir <input type="checkbox"/> 1 pissette d'eau distillée	<input type="checkbox"/> 1 L solution de sulfate de fer III avec $[\text{Fe}^{3+}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ <input type="checkbox"/> 1 L solution d'hydroxyde de sodium à $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$ <input type="checkbox"/> Sulfate ferrique nonahydraté solide $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{ H}_2\text{O}$ <input type="checkbox"/> 2 balances à 0,1 g <input type="checkbox"/> Eau distillée