CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE • ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE

Évolution d'un système chimique

OBJECTIF

Déterminer le réactif limitant d'une transformation chimique à l'aide d'un tableau d'avancement et comparer les prévisions du modèle aux observations expérimentales.

1. Mise en situation

DOCUMENT 1 On se propose d'étudier la transformation chimique qui se produit entre les ions cuivre $Cu^{2+}_{(aq)}$ et les ions hydroxyde $HO^-_{(aq)}$, et qui produit un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre $Cu(OH)_{2(s)}$:

ÉQUATION DE LA TRANSFORMATION CHIMIQUE

$$\mathbf{Cu^{2+}_{(aq)} + 2\ HO^-_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}}$$

✎ PROBLÉMATIQUE

Comment prévoir l'état final d'un système chimique et identifier le réactif limitant, puis vérifier ces prévisions par l'expérience ?

2. Solutions disponibles

DOCUMENT 2 Deux solutions sont disponibles pour réaliser les expériences :

Solution de sulfate de cuivre	Concentration en ions Cu^{2+}	$\boldsymbol{C_1 = 1{,}0 \times 10^{-1}\ mol{\cdot}L^{-1}}$
Solution d'hydroxyde de sodium	Concentration en ions HO^-	$\boldsymbol{C_2 = 5{,}0 \times 10^{-1}\ mol{\cdot}L^{-1}}$

3. Expérience 1 — Avec 15 mL de soude

MANIPULATION

- Dans un bécher, introduire $\mathbf{V_1 = 20\ mL}$ de solution de sulfate de cuivre prélevée avec une éprouvette graduée.
- Dans le même bécher, introduire $\mathbf{V_2 = 15\ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium (soude) prélevée avec une éprouvette graduée.
- Filtrer la solution obtenue dans un erlenmeyer à l'aide d'un entonnoir et d'un papier filtre.
- Transférer ensuite dans deux tubes à essai un peu de filtrat.
- Dans le 1er tube, ajouter quelques gouttes d'hydroxyde de sodium **(test A)**.
- Dans le 2e tube, ajouter quelques gouttes de solution de sulfate de cuivre **(test B)**.

1. Réaliser des **schémas légendés** pour les tests A et B et noter des observations.

2. Expérimentalement, quelle espèce chimique, appelée **réactif limitant**, a été totalement consommée par la réaction ? Justifier la réponse.

3. Justifier que l'équation chimique suivante $Cu^{2+}_{(aq)} + 2\ HO^-_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$ est correctement équilibrée puis l'écrire dans le tableau d'avancement ci-après.

4. Calculer les quantités de matière initiales n_1 d'ions Cu^{2+} et n_2 d'ions HO^- puis compléter la ligne du tableau d'avancement correspondant à « l'état initial ».

5. En déduire l'expression des quantités de matière des réactifs $n(Cu^{2+})$ et $n(HO^-)$ au cours de la réaction en fonction de x, n_1 et n_2 puis celle du produit $n(Cu(OH)_2)$.

6. Réaliser et compléter le tableau d'avancement en prenant modèle sur celui en annexe.

4. Expérience 2 — Avec 5,0 mL de soude

MANIPULATION

● Refaire la même expérience que précédemment avec un volume **$V_1' = 20$ mL** de solution de sulfate de cuivre et un volume **$V_2' = 5{,}0$ mL** d'hydroxyde de sodium (soude).

7. Réaliser des **schémas légendés** pour les tests A et B et noter des observations.
8. Réaliser et compléter le tableau d'avancement en prenant modèle sur celui en annexe.
9. Les observations expérimentales sont-elles en accord avec les tableaux d'avancement ?

Annexe — Modèle de tableau d'avancement

Équation de la réaction chimique				
État du système	*Avancement*	*Quantité de matière (en mol)*		
État initial	$x = 0$			
État intermédiaire	$0 \leq x \leq x_{max}$			
État final	$x_{max} =$			