

AVANCEMENT D'UNE TRANSFORMATION CHIMIQUE

Objectifs :

Décrire qualitativement l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques lors d'une transformation. Établir le tableau d'avancement d'une transformation chimique à partir de l'équation de la réaction et des quantités de matière initiales des espèces chimiques.

Déterminer la composition du système dans l'état final en fonction de sa composition initiale pour une transformation considérée comme totale. Déterminer l'avancement final d'une réaction à partir de la description de l'état final et comparer à l'avancement maximal. Déterminer la composition de l'état final d'un système et l'avancement final d'une réaction.

I. QUE SAVONS NOUS ?

1. Rappeler les définitions suivantes : système chimique, transformation chimique, réaction chimique
2. Qu'est-ce qu'un bilan de matière ?
3. Comment faire un bilan de matière ? APP

II. TRANSFORMATION CHIMIQUE ETUDIÉE

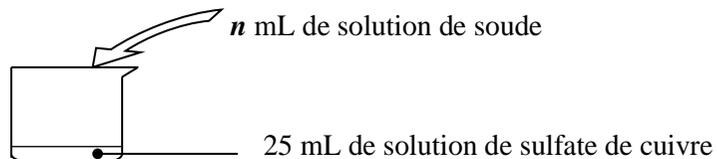
1. Expériences

On dispose :

d'une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration $C1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$) de concentration $C2 = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

Nous allons mélanger ces deux solutions en diverses proportions pour étudier la transformation chimique entre les ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ et les ions $\text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$:



Cette transformation chimique est modélisée par une réaction chimique.

Ecrire et équilibrer l'équation de cette réaction chimique.

2. Manipulation

Préparer un bécher contenant $V1 = 25 \text{ mL}$ de solution de sulfate de cuivre.

Le groupe n° n ajoute $V2n = n \text{ mL}$ de soude. Agiter doucement le bécher.

Observer et décrire ce qui s'est passé.

Sous la direction du professeur, comparer le contenu de votre bécher avec les autres béchers.

Compléter les cases correspondantes du tableau récapitulatif ci-dessous.

Filtration du système : Filtrer dans un tube à essais le contenu du bécher.

Observer et décrire l'aspect du filtrat. Comparer votre filtrat avec les autres filtrats.

Compléter les cases correspondantes du tableau récapitulatif ci-dessous.

Analyse du filtrat : Verser environ 2 mL de filtrat dans deux tubes à essais appelés respectivement tube (a) et tube (b).

Dans le tube (a), verser quelques gouttes de solution de soude. REA

Observer, décrire et conclure.

Dans le tube (b), verser quelques gouttes de solution de sulfate de cuivre.

Observer, décrire et conclure.

Sous la direction du professeur, comparer vos tubes (a) et (b) avec les autres tubes (a) et (b).

Compléter les cases correspondantes du tableau récapitulatif ci-dessous.

III. TABLEAU RECAPITULATIF ET CONCLUSION

Gr.	Milieu réactionnel		Quantité de précipité	Aspect du filtrat	Tube (a) + soude	Tube (b) + sulfate de cuivre	Conclusions sur le milieu réactionnel.
	Volume sulfate de cuivre (mL)	Volume soude (mL)					
1	25	1					
2	25	2					
3	25	3					
4	25	4					
5	25	5					
6	25	6					
7	25	7					
8	25	8					
9	25	9					

Pour votre groupe, faire le bilan de matière à l'état final :

Calculer la quantité $n1$ d'ions cuivre initialement présents dans le bécher. VAL

Calculer la quantité $n2$ d'ions hydroxyde apportés dans votre cas.

Faire le tableau d'avancement pour votre groupe

Existe-t-il un cas particulier de quantité de réactifs ? A quel groupe correspond-il ?

Pour le groupe qui est un cas particulier, faire le bilan de matière à l'état final.

Comparer leurs proportions avec les coefficients de l'équation.

Comment qualifie-t-on les proportions de réactifs dans ce cas ?

Correction :

- Etat initial : $P_i = 1 \text{ bar}$ et $T_i = 25 \text{ °C}$
 - $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
 - $\text{HO}^{-}(\text{aq})$
 - $\text{Na}^{+}(\text{aq})$
 - $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Etat final pour les groupes 1 à 4: $P_f = 1 \text{ bar}$ et $T_f = 25 \text{ °C}$

- $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$
- $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
- $\text{Na}^{+}(\text{aq})$
- $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Etat final pour le groupe 5: $P_f = 1 \text{ bar}$ et $T_f = 25 \text{ °C}$

- $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$
- $\text{Na}^{+}(\text{aq})$
- $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Etat final pour les groupes 6 à 9: $P_f = 1 \text{ bar}$ et $T_f = 25 \text{ °C}$

- $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$
- $\text{HO}^{-}(\text{aq})$
- $\text{Na}^{+}(\text{aq})$
- $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
-

Il y a eu transformation chimique car l'état initial est différent de l'état final.

Les ions cuivre Cu^{2+} et les ions hydroxyde HO^{-} sont les réactifs.

Le précipité $\text{Cu}(\text{OH})_2$ est le produit.

Les ions sodium Na^{+} et les ions SO_4^{2-} sont des ions spectateurs.

- $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{HO}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$
- La transformation chimique étudiée se déroule dans chaque groupe. Elle peut donc avoir lieu quelque soit la quantité de réactifs mis en présence.
- Le groupe n°5 constitue un cas particulier de quantité de réactifs car à l'état final, il n'y a plus d'ions Cu^{2+} et plus d'ions HO^{-} .

- $n_1 = [\text{Cu}^{2+}] \times V_1 = C_1 \times V_1$

AN: $n_1 = 0,10 \times 25 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

- $n_{25} = [\text{HO}^{-}] \times V_{25} = C_2 \times V_{25}$

AN: $n_{25} = 1,0 \times 5,0 \cdot 10^{-3} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

- On remarque que $n_{25} = 2 n_1$

D'après l'équation, 1 mole d'ions cuivre Cu^{2+} réagit avec 2 moles d'ions hydroxyde HO^{-} .

Les quantités d'ions cuivre Cu^{2+} et d'ions hydroxyde HO^{-} sont proportionnelles à leurs coefficients stœchiométriques dans l'équation.

- Lorsque les réactifs sont apportés en quantités proportionnelles à leurs coefficients stœchiométriques, on dit qu'ils sont apportés en proportions stœchiométriques.