

Thème : Constitution et transformations de la matière

C6 : transformations chimiques

Activité 3 : notion de réactif limitant

Objectif : déterminer le réactif limitant lors d'une transformation chimique

Document 1 : la réaction que l'on étudie

Durant cette expérience, on étudie la transformation entre les ions cuivre (II), Cu^{2+} , apportés par une solution de sulfate de cuivre (Cu^{2+} ; SO_4^{2-}) et les ions hydroxyde, HO^- apportés par une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ ; HO^-).

Cette réaction va former un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre II de formule $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Les ions sulfate SO_4^{2-} et sodium Na^+ ne participent pas à la transformation.



Document 2 : matériel à disposition

Une solution de sulfate de cuivre (Cu^{2+} ; SO_4^{2-}) contenant 16 g par litre de solution ;
 Une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ ; HO^-) contenant 16 g par litre de solution ;
 De l'eau distillée ;
 Des pipettes compte-gouttes ;
 Un dispositif de filtration avec trois papiers filtres ;
 Des béchers ;
 Six tubes à essai et un porte-tube ;
 Deux éprouvettes graduées de 20 mL.

Document 3 : protocole expérimental et résultats

→numéroter 3 béchers 1, 2 et 3 et faire les mélanges indiquées dans le tableau ci-dessous ;
 →filtrer chacune des solutions obtenues dans les béchers et séparer le filtrat dans deux tubes à essai numérotés 1' et 1'', puis 2' et 2'' et enfin 3' et 3'' ;
 →ajouter quelques gouttes d'hydroxyde de sodium dans l'un pour identifier la présence d'ions cuivre, observer ;
 →ajouter quelques gouttes de sulfate de cuivre dans l'un pour identifier la présence d'ions hydroxyde, observer.

LIGNE	Bécher	n° 1	n° 2	n° 3
1	Volume de solution de sulfate de cuivre	20 mL	20 mL	20 mL
2	Volume de solution d'hydroxyde de sodium	5 mL	10 mL	15 mL
3	Volume d'eau distillée	15 mL	10 mL	5 mL
4	Quantité de précipité formé	faible	importante	importante
5	Couleur bleue du filtrat	intense	très faible	très faible
6	Teneur en ions cuivre (II) du filtrat	précipité formé donc ions présents	précipité peu formé donc peu présents	précipité peu formé donc peu présents
7	Teneur en ions hydroxyde du filtrat	précipité peu formé donc peu présents	précipité peu formé donc peu présents	précipité formé donc ions présents

Document 4 : données

Une mole de sulfate de cuivre a une masse de 160 g ;

Une mole d'hydroxyde de sodium a une masse de 40 g.

Questions

1. Écrire l'équation de la transformation étudiée.

D'après le doc. 1, la transformation étudiée a pour équation : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{HO}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$.

Les réactifs : ions cuivre II , les ions hydroxyde

Le produit : précipité (état solide) bleu d'hydroxyde de cuivre

2. A quelle ligne du protocole expérimental correspond la ligne 6 du tableau ?

Pour vérifier la présence d'ions cuivre

→ajouter quelques gouttes d'hydroxyde de sodium dans les tubes à essais 1' , 2' et 3' pour identifier la présence d'ions cuivre, observer ;

3. A quelle ligne du protocole expérimental correspond la ligne 7 du tableau ?

Pour vérifier la présence d'ions hydroxyde :

→ajouter quelques gouttes de sulfate de cuivre dans les tubes à essais 1'' , 2'' et 3' ' pour identifier la présence d'ions cuivre, observer ;

4. A l'aide des résultats des 3 manipulations, noter l'évolution des paramètres suivants pour les trois expériences : quantité de précipité formé, couleur du filtrat, teneur en ions cuivre (II) dans le filtrat, teneur en ions hydroxyde dans le filtrat.

Quand on augmente le volume des ions hydroxyde dans la solution (ligne 2) , on remarque :

Le système contient de moins en moins d'ions cuivre II (ligne 6).

Le système contient de plus en plus d'ions hydroxyde (ligne 7).

5. En déduire le(s) réactif(s) entièrement consommé(s) pour chaque transformation.

Les réactifs entièrement consommés sont :

Expérience 1 : les ions hydroxyde .

Expérience 2 :les ions hydroxyde et les ions cuivre (II) .

Expérience 3 : les ions cuivre (II).

6. Calculer les quantités de matière des espèces présentes à l'état initial. Les observations expérimentales sont-elles en accord avec les valeurs calculées ?

On sait que :

-Chacune des solutions contient 16 g de produit par litre de solution.

-1mole de sulfate de cuivre a une masse de 160 g

-1 mole d'hydroxyde de sodium a une masse de 40 g.

Calculs détaillés pour les ions Cu^{2+} du bécher n°1 :

→ Déterminons $n(\text{Cu}^{2+})_{\text{initiale}}$ présents à l'état initial :

Etape 1 : masse des ions cuivre $m(\text{Cu}^{2+})_{\text{initiale}}$

1L de solution contient 16g

1000mL	16g
20mL	$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{initiale}} = 16 \times 20/1000 = 3,2 \times 10^{-1} \text{ g}$

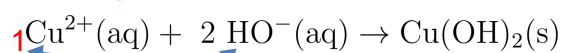
Etape 2 : quantité de matière des ions Cuivre II , notée $n(\text{Cu}^{2+})_{\text{initiale}}$

1,00 mole	$n(\text{Cu}^{2+})_{\text{initiale}} = 3,2 \times 10^{-1} \times 1,00 / 160 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
160 g	$3,2 \times 10^{-1} \text{ g}$

On fait de même pour les ions hydroxyde, de l'expérience 1, et pour les expériences 2 et 3 (6 calculs en tout)

Bécher	n° 1	n° 2	n° 3
Quantité de matière d'ions cuivre (II)	2 mmol	2 mmol	2 mmol
Quantité de matière d'ions hydroxyde	2 mmol	4 mmol	6 mmol
Accord avec les observations ?	Il restera 1 mmol d'ions cuivre	Les deux réactifs sont entièrement consommés (proportions stoechiométriques)	Il restera 2mmol d'ions hydroxyde.

Si on regarde attentivement l'équation



Il faut bien prendre en compte que 2 ions hydroxyde réagissent pour 1 ion cuivre (II).

BILAN DE L'ACTIVITE :

D'après les expériences réalisées et les observations expérimentales, le réactif limitant est celui qui est consommé entièrement et qui est donc responsable de l'arrêt de la réaction.