

AE. 9A – Avancement d'une réaction chimique

Le produit de la réaction entre les ions cuivre (II) $Cu^{2+}(aq)$ et les ions hydroxydes $HO^{-}(aq)$ donne un précipité d'hydroxyde de cuivre $Cu(OH)_2$ de couleur bleue ; constituant de la bouillie bordelaise. Un agriculteur désire préparer de la bouillie bordelaise, connue pour ses propriétés fongicides (élimine ou limite le développement des champignons parasites des végétaux) en mélangeant une solution contenant des ions cuivre (II) et des ions hydroxydes. Il se pose la question suivante : « **Quelles sont les quantités optimales à mélanger pour ne pas gaspiller de produits ?** »

LES DOCUMENTS

Document 1 : Les solutions disponibles

On dispose d'une solution de sulfate de cuivre ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) de concentration molaire $C_0 = 0,10 \text{ mol. L}^{-1}$ et d'une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$) de concentration molaire $C_1 = 0,50 \text{ mol. L}^{-1}$.

Document 2 : Le réactif limitant

Lors d'une transformation chimique, des réactifs sont consommés (leurs quantités de matière diminuent) et des produits sont formés (leurs quantités de matière augmentent).

Au terme de la transformation, l'état final est atteint : les quantités de matière des espèces chimiques présentes dans le milieu réactionnel n'évoluent plus. Si la transformation chimique est totale, au moins l'un des réactifs a été totalement consommé : c'est le réactif limitant.

Dans le cas particulier où, dans l'état final, tous les réactifs ont été consommés, on dit qu'ils ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

TRAVAIL A EFFECTUER

PARTIE 1 : ETUDE EXPERIMENTALE

Protocole :

- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée un volume $V_0 = 25,0 \text{ mL}$ de solution de sulfate de cuivre et verser le prélèvement dans un bécher.
- Remplir la burette graduée avec une solution d'hydroxyde de sodium.
- Selon le **numéro de votre groupe**, introduire le volume V_1 dans le bécher.

numéro de l'expérience	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_1 \text{ (mL)}$	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0

- Agiter à l'aide d'une baguette de verre.
- Filtrer le contenu du bécher dans un erlenmeyer, puis partager le filtrat dans deux tubes à essais.

Questions :

- 1/ Réaliser le protocole. Proposer des tests pour vérifier s'il reste des ions Cu^{2+} et des ions HO^- dans le filtrat. Les mettre en œuvre après accord du professeur.
- 2/ Les ions sodium Na^+ et les ions sulfate SO_4^{2-} sont présents dans le bécher mais ne participent pas à la réaction. Comment appelle-t-on de telles espèces chimiques ?
- 3/ Ecrire l'équation de la réaction. De quel type de réaction chimique s'agit-il ?

Chap. 9

4/ Selon le numéro de votre groupe, compléter la colonne vous correspondant du tableau suivant.

numéro de l'expérience	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V_1 (mL)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
couleur du filtrat									
présence de précipité dans le tube 1 ?									
présence de précipité dans le tube 2 ?									
reste-t-il des ions Cu^{2+} ?									
reste-t-il des ions HO^- ?									
réactif(s) limitant(s) ?									

5/ Quelle particularité révèle la transformation réalisée dans l'expérience 5 ?

6/ Répondre alors à la question que se pose l'agriculteur.

PARTIE 2 : ETUDE THEORIQUE

On cherche à retrouver les résultats expérimentaux en utilisant un outil : le tableau d'avancement.

1/ Calculer la quantité de matière initiale $n_i(Cu^{2+})$ d'ions Cu^{2+} contenue dans le volume V_0 .

2/ Calculer la quantité de matière initiale $n_i(HO^-)$ d'ions HO^- contenue dans votre volume V_1 .

3/ Compléter le tableau d'avancement suivant :

Equation Chimique				
Etat du Système	Avancement (mmol)	$n(\quad)$	$n(\quad)$	$n(\quad)$
Etat initial	$x = 0$			
Etat intermédiaire	x			
Etat final	x_{max}			

4/ Déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} . En déduire le réactif limitant.

5/ En déduire la composition du système chimique dans l'état final.

6/ Calculer la masse de précipité d'hydroxyde de cuivre obtenu.

7/ A quelle condition les quantités initiales des réactifs sont dans les proportions stœchiométriques ?

8/ Vérifier que le volume V_1 de l'expérience numéro 5 correspond bien aux proportions stœchiométriques.