

EXERCICE RÉSOLU 2

Dépôt de cuivre

Énoncé

On plonge une lame de zinc Zn de masse $m_{\text{Zn},i} = 15$ g dans un volume $V = 50$ mL d'une solution de sulfate de cuivre contenant les ions cuivre (II) Cu^{2+} et les ions sulfate SO_4^{2-} telle que $c_{\text{Cu}^{2+},i} = c_{\text{SO}_4^{2-},i} = 0,020$ mol.L⁻¹.

Il se forme un dépôt de cuivre Cu et des ions zinc Zn^{2+} .
Les ions sulfate ne participent pas à la réaction.

1. Écrire l'équation de la réaction.
2. Calculer les quantités de matière initiales.
3. Construire le tableau d'évolution.
4. Calculer x_{max} et déterminer le réactif limitant.
5. Calculer la masse de la lame de zinc, la masse de cuivre et la concentration en ion Zn^{2+} à l'état final.
6. Quelle devrait être la masse de la lame de zinc pour être dans les proportions stœchiométriques ?

Données. Masses molaires atomiques : $M(\text{Cu}) = 63,5$ g.mol⁻¹ ; $M(\text{Zn}) = 65,4$ g.mol⁻¹.

Énoncé

Utiliser les notations de l'énoncé pour répondre aux questions.

Rédiger

Préciser l'état physique des espèces chimiques.

Une solution

1. L'équation de la réaction est : $\text{Zn (s)} + \text{Cu}^{2+} \text{(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \text{(aq)} + \text{Cu (s)}$.

2. La quantité de matière initiale de zinc est : $n_{\text{Zn},i} = \frac{m_i}{M(\text{Zn})}$.

A.N. : $n_{\text{Zn},i} = \frac{15}{65,4} = 2,3 \times 10^{-1}$ mol.

La quantité de matière initiale d'ions cuivre est : $n_{\text{Cu}^{2+},i} = c_{\text{Cu}^{2+},i} \times V$.

A.N. $n_{\text{Cu}^{2+},i} = 0,020 \times 50 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-3}$ mol.

La quantité de matière initiale d'ions sulfate est : $n_{\text{SO}_4^{2-},i} = 1,0 \times 10^{-3}$ mol.

Application numérique

Ne pas oublier de convertir le volume en litre.

Raisonner

Ne pas oublier les ions sulfate.

3.

Équation		$\text{Zn (s)} + \text{Cu}^{2+} \text{(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \text{(aq)} + \text{Cu (s)}$			
État	Avancement	Quantités de matière (mol)			
initial	0	$n_{\text{Zn},i}$	$n_{\text{Cu}^{2+},i}$	0	0
en cours	x	$n_{\text{Zn},i} - x$	$n_{\text{Cu}^{2+},i} - x$	x	x
final	x_{max}	$n_{\text{Zn},i} - x_{\text{max}}$	$n_{\text{Cu}^{2+},i} - x_{\text{max}}$	x_{max}	x_{max}

Rédiger

Attention aux notations en indice qui indiquent l'état initial ou final.

4. Si Zn est le réactif limitant, alors $n_{\text{Zn},i} - x_{\text{max}} = 0$, donc $x_{\text{max}} = 2,3 \times 10^{-1}$ mol.

Si Cu^{2+} est le réactif limitant alors $n_{\text{Cu}^{2+},i} - x_{\text{max}} = 0$, donc $x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-3}$ mol.

$1,0 \times 10^{-3} < 2,3 \times 10^{-1}$, on choisit la plus petite valeur pour x_{max} .

Donc $x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-3}$ mol et le réactif limitant est Cu^{2+} .

5. À l'état final :

- $n_{\text{Zn},f} = n_{\text{Zn},i} - x_{\text{max}} \approx n_{\text{Zn},i}$; $m_{\text{Zn},f} = 15$ g

- $m_{\text{Cu},f} = n_{\text{Cu},f} \times M_{\text{Cu}} = 1,0 \times 10^{-3} \times 63,5 = 6,4 \times 10^{-2}$ g = 64 mg ;

- $c_{\text{Zn}^{2+},f} = \frac{n_{\text{Zn}^{2+},f}}{V} = \frac{1,0 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = 0,020$ mol.L⁻¹.

Connaissances

Le mélange initial est dit stœchiométrique lorsque les quantités de matière initiales des réactifs sont dans les proportions de leurs nombres stœchiométriques.

6. Dans les proportions stœchiométriques : $n_{\text{Zn},i} = n_{\text{Cu}^{2+},i} = 1,0 \times 10^{-3}$ mol.

$m_{\text{Zn},i} = n_{\text{Zn},i} \times M_{\text{Zn}} = 1,0 \times 10^{-3} \times 65,4 = 6,5 \times 10^{-2}$ g = 65 mg.