

I. Activité documentaire : établir un tableau d'avancement

- Certains produits phytosanitaires apportent des ions fer(II) aux plantes qui en sont carencées. Ces ions sont mis à réagir avec des ions permanganate et le suivi de cette transformation se fait à l'aide d'un tableau d'avancement.
- Comment suivre l'évolution de la quantité de fer dans ce système chimique ?

Doc. 1 Expérience et résultat



Protocole

- Dans un bécher, verser 50 mL d'une solution d'ions fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ à la concentration effective $[\text{Fe}^{2+}] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Ajouter 9 mL d'une solution contenant des ions permanganate $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$ à la concentration effective $[\text{MnO}_4^{-}] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Doc. 2 Identification de quelques espèces

Espèce présente	$\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$
Couleur de la solution	Violet	Vert pâle	Jaune pâle

Doc. 3 Présentation du tableau d'avancement

Le tableau d'avancement est un outil pour décrire l'évolution des quantités de matière pour différents états du système. Chaque état est caractérisé par une variable x appelée avancement. Exprimée en mol, elle permet d'exprimer les quantités de matière des différentes espèces chimiques présentes.

Document 4 : Exemple de tableau d'avancement

- Dans l'état intermédiaire, lorsque $5x$ moles de $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ sont consommées, $5x$ moles de $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ sont formées et le nombre de moles d'ions $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ restant est alors $n(\text{Fe}^{2+}(\text{aq}))_{\text{restant}} = 5,0 \times 10^{-4} - 5x$.

Equation chimique →		$5 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow 5 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$					
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)					
Etat initial	$x = 0$	$5,0 \times 10^{-4}$	.....	excès	.....	.....	excès
Etat Intermédiaire	x	$5,0 \times 10^{-4} - 5x$	.....	excès	$5x$	.....	excès
Etat final	$x = x_{\text{max}}$	.....	.....	excès	.....	.....	excès

- Justifier qu'une transformation d'oxydoréduction a lieu dans l'expérience du Doc.1.
.....
.....
- Déterminer les quantités de matière des réactifs à l'état initial (a). Détailler si nécessaire.
.....
.....
.....
- Compléter les cases restantes du tableau d'avancement en tenant compte des nombres stœchiométriques.
- Identifier le réactif limitant associé à la transformation. En déduire la valeur de l'avancement maximal x_{max} pour une transformation totale.
.....
.....
.....
- Calculer la quantité de matière en fer(II) et celle des autres réactifs et produits présents à l'état final (b).
.....
.....
.....

II. Etablir un bilan de matière à l'état final

1. L'avancement

- Définition :

.....
.....
.....
.....

- Dans l'état initial, l'avancement vaut 0 puis sa valeur croît au cours de la transformation pour atteindre une valeur x_f à l'état final.
- Le réactif dont la quantité de matière est nulle à l'état final est appelé réactif limitant. Les réactifs encore présents à l'état final sont dits en excès.
- Lorsque l'un au moins des réactifs a été consommé, l'avancement maximal x_{\max} est atteint.
Lorsque le réactif limitant est entièrement consommé à l'état final, la transformation est dite **totale** et $x_f = x_{\max}$.
- Si le réactif théoriquement limitant est encore présent à l'état final, alors la valeur maximale de l'avancement n'est pas atteinte : $x_f < x_{\max}$. La transformation est **limitée** ou n'est pas encore arrivée à son terme.
Pour déterminer la valeur de l'avancement final x_f , il faut utiliser les valeurs réelles des quantités de matière à l'état final en réalisant une mesure expérimentale (mesure de pH par exemple).

2. Tableau d'avancement

2.1. En vous inspirant du tableau d'avancement du I, compléter celui-ci :

Equation chimique →		2 Ag ⁺ _(aq)	+	Cu _(s)	→	2 Ag _(s)	+	Cu ²⁺ _(aq)
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)						
Etat initial	$x = 0$							
en cours	x							
Etat final	$x = x_f$							

2.2. Déterminer le réactif limitant

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2.3. Déterminer à l'état final le bilan de matière, c'est-à-dire les quantités de matière de chaque réactif et produit.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Cas du mélange stœchiométrique

- Soit la réaction d'équation : $a A + b B \rightarrow c C + d D$.

Un mélange est dit stœchiométrique si les quantités de matière des réactifs sont dans les proportions des nombres stœchiométriques soit : $\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_0(B)}{b}$

- Pour une transformation totale et pour un mélange stœchiométrique, les quantités de matière finales des réactifs sont nulles pour la même valeur de x_{\max} .

Q.C.M. p.55 (Auto-évaluation : 1 point par question juste dans sa totalité. Total sur 10)

Ex.3*-4-5*-6-7*-9*-10-11*-12 p.58 et +