

TP

BILAN DE MATIÈRE DANS UN SYSTÈME CHIMIQUE

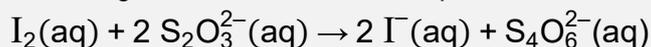
Objectifs : dresser un bilan de matière à l'état final d'un système siège d'une transformation chimique.

**Problématique** : lorsqu'un système chimique est le lieu d'une transformation, des réactifs sont consommés et des produits sont obtenus. En quelles quantités ?**Description du système étudié**

L'utilisation de réactifs ou de produits colorés permet d'observer l'évolution d'un système chimique. Cette évolution peut être suivie de manière quantitative en utilisant la notion d'avancement.

Soient S_1 une solution aqueuse de diiode $I_2(aq)$ de concentration molaire $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et S_2 une solution aqueuse de thiosulfate de sodium (2 Na^+ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration molaire $C_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Le diiode et le thiosulfate de sodium réagissent ensemble selon l'équation de la réaction suivante :

**Expérience #1**

- Dans un tube à essai, verser environ 2 mL de S_2 (soit ≈ 2 cm de haut) ;
- Ajouter deux gouttes de S_1 ;
- Boucher et agiter.

Expérience #2

- Dans un tube à essai, verser à l'aide d'une pipette graduée 1,0 mL de S_1 ;
- Ajouter 4,0 mL de S_2 ;
- Boucher et agiter.

Expérience #3

- Dans un tube à essai, verser à l'aide d'une pipette graduée 3,0 mL de S_1 ;
- Ajouter 2,0 mL de S_2 .
- Boucher et agiter.

ANALYSER*interpréter des résultats expérimentaux***A B C D**

1. Réaliser les trois expériences. Pour la première, pourquoi peut-on affirmer qu'une transformation chimique a eu lieu ?
2. Pour la seconde, indiquer la couleur de la solution finale. Conclure.
3. Pour la troisième, indiquer la couleur de la solution finale. Conclure. **APPEL** 🙌.
4. En s'aidant de l'équation de la réaction, indiquer la quantité de matière en thiosulfate qui a été consommée lorsque 1 mol de diiode a réagi. Indiquer alors les quantités d'iodure $\text{I}^-(aq)$ et de tétrathionate $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(aq)$ formées.
5. Reprendre la question précédente lorsque « x » mol de diiode ont réagi.

Modèle de tableau d'avancement

Équation chimique		$I_2(aq)$	+ $2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(aq)$	\rightarrow	$2 \text{I}^-(aq)$	+ $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(aq)$
État du système	Avancement /mol	$n(I_2) / \text{mol}$	$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) / \text{mol}$		$n(\text{I}^-) / \text{mol}$	$n(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}) / \text{mol}$
État initial	$x = 0$					
État intermédiaire	x	(1)	(2)		(3)	(4)
État final	x_f					

RÉALISER*conduire un calcul***A B C D**

6. Pour l'expérience # 2, calculer les quantités de matière introduites en diiode et en thiosulfate. Exprimer le résultat en micromoles ($\mu\text{mol} = 10^{-6} \text{ mol}$). **APPEL** 🙌.

Pour la réaction étudiée, x désigne l'avancement de la réaction. Il joue le rôle d'une « barre de progression » dans l'évolution du système, comme par exemple au cours d'un téléchargement sur Internet. L'évolution de la composition du système chimique peut être décrite dans un tableau d'avancement comme ci-dessus. La troisième ligne donne la composition du système à l'état initial, c'est-à-dire lorsque la transformation n'a pas encore avancé, l'avancement est alors nul. Les dernières lignes permettent de trouver la composition du système à un état quelconque (avancement positif) et à l'état final.



7. Étudier la façon dont est construit le tableau. Dans le tableau vierge en bas de page pour l'expérience # 2, compléter la ligne « état initial » avec les valeurs des quantités initiales des réactifs et des produits.
8. Exprimer, en fonction de la quantité initiale de réactifs et de l'avancement x , les quantités restantes dans les cases (1) et (2) dans le tableau ci-dessous. De la même façon, remplir les cases (3) et (4) pour les quantités formées et enfin, compléter la dernière ligne du tableau.

ANALYSER*remplir et exploiter un tableau d'avancement***A B C D**

9. D'après la couleur finale du mélange réactionnel, quel réactif a été totalement consommé en fin de réaction ? Que peut-on conclure sur la quantité finale de ce réactif ?
10. En déduire la valeur de l'avancement maximal x_f .
11. Calculer alors les valeurs des quantités finales des autres espèces chimiques quand la réaction est terminée.
12. Reprendre la démarche pour l'expérience # 3. **APPEL** 🙌.

Tableau décrivant l'évolution du système dans l'expérience #2

Équation chimique		$I_2(aq)$	$+ 2 S_2O_3^{2-}(aq)$	\rightarrow	$2 I^-(aq)$	$+ S_4O_6^{2-}(aq)$
État du système	Avancement / μmol	$n(I_2) / \mu mol$	$n(S_2O_3^{2-}) / \mu mol$		$n(I^-) / \mu mol$	$n(S_4O_6^{2-}) / \mu mol$
État initial	$x = 0$					
État intermédiaire	x					
État final	x_f					

Tableau décrivant l'évolution du système dans l'expérience #3

Équation chimique		$I_2(aq)$	$+ 2 S_2O_3^{2-}(aq)$	\rightarrow	$2 I^-(aq)$	$+ S_4O_6^{2-}(aq)$
État du système	Avancement / μmol	$n(I_2) / \mu mol$	$n(S_2O_3^{2-}) / \mu mol$		$n(I^-) / \mu mol$	$n(S_4O_6^{2-}) / \mu mol$
État initial	$x = 0$					
État intermédiaire	x					
État final	x_f					

Éléments de correction

1. Le changement de couleur du milieu témoigne que des espèces chimiques ont été consommées et que d'autres ont été produites. Ici la couleur jaune de S_1 n'est plus visible à l'état final.

2. La solution est incolore à l'état final : tout le diiode a été consommé par la transformation.

3. La solution est jaune à l'état final : tout le diiode n'a pas été consommé par la transformation.

4. D'après l'équation de la réaction, lorsque la transformation consomme une molécule de diiode, elle consomme dans le même temps deux ions thiosulfate, donc deux fois plus. Si la transformation consomme une mole de diiode, elle consomme dans le même temps deux moles de thiosulfate. Elle produit alors deux moles d'iodure et une mole de tétrathionate.

5. Lorsque la transformation a consommé x moles de diiode, elle a consommé $2x$ moles de thiosulfate, elle a produit $2x$ moles d'iodure et x moles de tétrathionate.

6. Expérience n° 2 :

Quantité de matière introduite en diiode : $n_{diiode} = C_1 \cdot V_1 = 1,0 \times 10^{-2} \frac{mol}{L} \times 1,0 mL = 10 \mu mol$.

Quantité de matière introduire en thiosulfate : $n_{thio} = C_2 \cdot V_2 = 1,0 \times 10^{-2} \frac{mol}{L} \times 4,0 mL = 40 \mu mol$.

7. et 8. Tableau décrivant l'évolution du système dans l'expérience #2

Équation chimique		$I_2(aq) + 2 S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2 I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$			
État du système	Avancement /mol	$n(I_2) / mol$	$n(S_2O_3^{2-}) / mol$	$n(I^-) / mol$	$n(S_4O_6^{2-}) / mol$
État initial	$x = 0$	10 μmol	40 μmol	0	0
État intermédiaire	x	10 $\mu mol - x$	40 $\mu mol - 2x$	0 + 2x	0 + x
État final	x_f				

9. Dans l'expérience 2, le mélange est finalement incolore : tout le diiode a été consommé. La quantité de matière en diiode dans le système à l'état final est nulle : $n_f(I_2) = 0$.

10. À l'état final, $n_f(I_2) = 0$. Or d'après le tableau, $n_f(I_2) = 10 \mu mol - x_f$ donc $x_f = 10 \mu mol$.

11. $n_f(S_2O_3^{2-}) = 40 \mu mol - 2 \times 10 \mu mol = 20 \mu mol$.

$n_f(I^-) = 0 + 2x_f = 20 \mu mol$ et $n_f(S_4O_6^{2-}) = x_f = 10 \mu mol$.

12. Tableau décrivant l'évolution du système dans l'expérience #3

Équation chimique		$I_2(aq) + 2 S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2 I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$			
État du système	Avancement /mol	$n(I_2) / mol$	$n(S_2O_3^{2-}) / mol$	$n(I^-) / mol$	$n(S_4O_6^{2-}) / mol$
État initial	$x = 0$	30 μmol	20 μmol	0	0
État intermédiaire	x	30 $\mu mol - x$	20 $\mu mol - 2x$	2x	x
État final	x_f	30 $\mu mol - x_f$ = 20 μmol	20 $\mu mol - 2x_f$ = 0 μmol	2x _f = 20 μmol	x _f = 10 μmol