



Activités expérimentale « Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique »

Nom :

Nom :

Objectif :

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour suivre dans le temps une transformation chimique par spectrophotométrie.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer un temps de demi-réaction.

Contexte du sujet

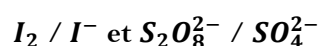
On veut suivre l'évolution temporelle de la réaction entre une solution de peroxydisulfate de sodium $2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ et une solution d'iodure I^- de potassium et déterminer son temps caractéristique.

Le mélange réactionnel est composé de $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de solution de peroxydisulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$) concentration en ion peroxydisulfate $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_i = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $V_2 = 10,0 \text{ mL}$ de solution d'iodure de potassium ($\text{K}^+ + \text{I}^-$) de concentration en ion iodure $[\text{I}^-]_i = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Document 1 : Oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxydisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$

On considère la réaction d'oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxydisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ en solution aqueuse.

Cette réaction **lente et totale**, met en jeu les couples oxydant/réducteur suivants :



Cette réaction donne les ions sulfate SO_4^{2-} et le diiode I_2

Le diiode I_2 formé est la seule espèce colorée présente et toutes les autres solutions sont incolores.

Le diiode en solution aqueuse, aussi appelée eau iodée, a une couleur jaune voire brune si la solution est très concentrée.

Document 2 Absorbance d'une solution et Loi de Beer-Lambert

On caractérise "le pouvoir d'absorption" d'une solution colorée, pour une longueur d'onde λ fixée, par une grandeur appelée absorbance. L'absorbance, notée A , mesure la capacité d'une espèce chimique colorée à absorber une radiation de longueur d'onde λ .

L'absorbance A est une grandeur **sans dimension** dont la valeur est généralement comprise entre 0 et 2,5.

Une radiation de longueur d'onde λ , non absorbée, a une absorbance nulle : $A = 0$

Plus une radiation est absorbée plus la valeur de l'absorbance A est grande.

Soit une radiation monochromatique de longueur d'onde, λ , traversant un échantillon d'épaisseur ℓ , l'absorbance vérifie la **loi de Beer-Lambert** soit :

$$A = \varepsilon \times \ell \times C \text{ ou } A = k \times C$$

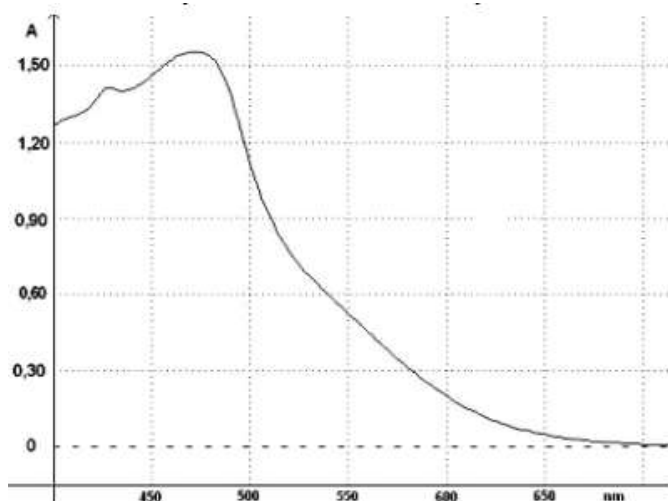
avec $k = \varepsilon \times \ell$

A : absorbance (sans unité),

ε : le coefficient d'absorption molaire en $\text{L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$

ℓ : la largeur de cuve en cm,

C : la concentration de la solution en mol/L

Document 3 Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode.**Document 4 : Temps de demi-réaction $t_{1/2}$**

On appelle temps de demi-réaction $t_{1/2}$ la durée au bout de laquelle l'avancement de la réaction atteint la moitié de sa valeur finale.

Le temps de demi-réaction est défini par la relation littérale : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

Document 5 : Produits et matériel à disposition

- une solution de peroxydisulfate de sodium de concentration en ion peroxydisulfate $[S_2O_8^{2-}]_i = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$;
- une solution d'iodure de potassium de concentration en ion iodure $[I^-]_i = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$;
- un spectrophotomètre et son mode d'emploi ;
- un ordinateur avec un tableur type Excel et son mode d'emploi ;
- le matériel usuel de laboratoire...

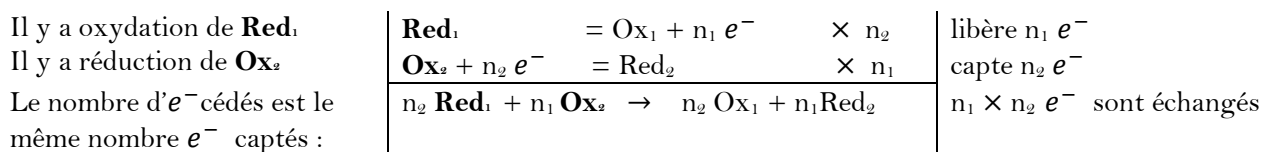
Document 6 : Rappels sur les réactions d'oxydo-réduction

Un **oxydant** est une espèce chimique susceptible de capter au moins un électron.

Un **réducteur** est une espèce chimique susceptible de céder au moins un électron.

Un **couple oxydant / réducteur (Ox / Red)** est constitué par un oxydant et un réducteur conjugués qui peuvent échanger des électrons suivant la demi-équation d'oxydoréduction : **oxydant + n e⁻ = réducteur**

Une réaction d'oxydoréduction est un transfert d'électrons entre le **réducteur Red₁** d'un couple Ox₁ / Red₁ et l'oxydant Ox₂ d'un couple Ox₂ / Red₂



Document 7

Équation de la réaction		... S ₂ O ₈ ²⁻	+	... I ⁻	->	... SO ₄ ²⁻	+	... I ₂
Etat Initial (mol)	x = ...							
E.t (mol)	x							
Etat Final (mol)	x =.....							



Fiche réponses : Activités expérimentale
« Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système
siège d'une transformation chimique »

Nom :

Nom :

Résultats expérimentaux :

Le mélange réactionnel est composé de $V_1 = 10,0$ mL de solution de peroxydisulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$) concentration en ion peroxydisulfate $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_i = 1,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ et de $V_2 = 10,0$ mL de solution d'iodure de potassium ($\text{K}^+ + \text{I}^-$) de concentration en ion iodure $[\text{I}^-]_i = 5,0 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹



t = 0 min



t = 1 min



t = 5 min



t = 10 min



t = 20 min

S'approprier

1. A partir des couples d'oxydo-réduction, déterminez l'équation de la réaction proposée.

	Formule	Couples Oxydant / réducteur	Demi- Equations électroniques d'oxydo-réduction Réactifs Produits	
l'oxydant				
le réducteur				
Equation bilan de la réaction :				

Combien d'électrons sont échangés dans cette réaction ? ...

2. Comment va évoluer la couleur du mélange réactionnel au cours de la réaction ?

.....

.....

3. Quels temps caractéristique, particulier au suivi cinétique, permet de comparer la vitesse de différentes réactions lentes ? De quelle autre grandeur doit-on disposer pour le déterminer ?

.....

.....

.....

Analyser

Vous allez devoir élaborer un protocole permettant de suivre l'évolution de la quantité de diiode I_2 en fonction du temps. Pour vous aider, répondez aux questions suivantes

4. A l'aide du matériel proposé, de quelle grandeur peut-on suivre l'évolution en fonction du temps ?

.....

5. Après avoir complété le tableau d'avancement (document 7), Déterminez les quantités initiales des réactifs

 $n_{\text{I}^-}^i$ $n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}}^i$

La réaction étant totale, l'état final est obtenu lorsque l'un au moins des réactifs est épuisé. $n^f(\dots) = 0 \text{ mol}$
 L'état final est obtenu lorsque l'un au moins des réactifs est épuisé. $n^f(\dots) = 0 \text{ mol}$

Recherche de x_{\max}

$$\text{et/ou} \left\{ \begin{array}{l} n^f(\dots) = \dots = \dots \\ n^f(\dots) = \dots = \dots \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} x_{\max} = \\ x_{\max} = \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} x_{\max} = \\ x_{\max} = \end{array} \right.$$

Donc $x_{\max} = \dots$

donc $[I_2]_{\max} = \dots$ avec $A_{\max} = \dots$

6. Comment déterminer le coefficient k dans la relation $A = k \times [I_2]$. Calculer sa valeur

.....

7. Exprimer $[I_2]_{(t)}$ en fonction de $A(t)$, A_{\max} , $[I_2]_{\max}$

8. Exprimer $x(t)$ en fonction de $A(t)$, A_{\max} , $[I_2]_{\max}$, V_1 et V_2

9. Quels sont les réglages préliminaires à faire avant d'effectuer une mesure d'absorbance ? Justifiez vos réglages.

.....

10. Quand peut-on considérer que la réaction est finie ?

.....

11. Elaborez un protocole en deux étapes permettant de suivre l'évolution de l'avancement x (= à la quantité de diiode $n_{I_2}(t)$ formée) en fonction du temps. $x = f(t)$

.....

Réaliser

Mettre en œuvre le protocole et présenter les résultats obtenus pour le suivi cinétique sous formes de courbes.
 Ouvrir le fichier « activite-exp-suivi-valeurs .xlsx » disponible sur le site capneuronal.

Valider

12. Sous Excel, afficher les courbes $A=f(t)$, $[I_2] = f(t)$ et $x = f(t)$. Après avoir vérifié que « tout entre dans une même feuille, imprimer vos résultats ».

Faire apparaître A_{\max} , $[I_2]_{\max}$

13. A partir de quelle(s) courbe(s) peut-on déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$?

.....

14. Déterminez graphiquement ce temps de demi-réaction $t_{1/2}$:

Graphiquement, on lit $t_{1/2} = \dots$

15. Peut-on considérer que la transformation est terminée au bout d'une durée Δt égale à environ 10 min?
La réaction est elle totale ?

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