

C07 – TP 2 : Suivi cinétique d'une transformation lente

CONTEXTE DE LA SITUATION

Une transformation chimique lente suit des lois d'évolution. Il est donc possible de réaliser un suivi temporel d'une transformation chimique afin de connaître à chaque instant la composition du mélange réactionnel.

Le but de cette séance est de réaliser le suivi d'une transformation lente, puis de la modéliser à partir de lois d'évolution.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

La vitesse volumique

La vitesse volumique est un outil mathématique qui permet de quantifier la vitesse d'apparition d'un produit ou la vitesse de disparition d'un réactif.

Elle est liée à la dérivée de la concentration en quantité de matière de l'espèce étudiée par rapport au temps.

Soit la transformation suivante : $A + B \rightarrow C + D$

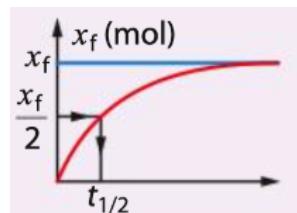
La vitesse volumique de disparition du réactif A est $v_d = -\frac{d[A]}{dt}$

La vitesse volumique de formation du produit C est $v_f = \frac{d[C]}{dt}$

Si on a accès à l'évolution de [A] ou de [C] au cours du temps, on peut en déduire pour chaque instant les vitesses v_d ou v_f en traçant la tangente à la courbe au point voulu : la pente de cette tangente correspond à la valeur attendue.

Le temps de demi-réaction

Le temps de demi-réaction est noté $t_{1/2}$. C'est le temps pour lequel l'avancement de la réaction x est égal à la moitié de l'avancement final (ou de l'avancement maximal si la transformation est totale). On a $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$



Loi d'ordre 1

Soit la transformation suivante : $A + B \rightarrow C + D$

On dit que la vitesse volumique v_d est d'ordre 1 si on peut écrire $v_d = k \times [A]$

On appelle k la constante de réaction, l'unité est en s^{-1} .

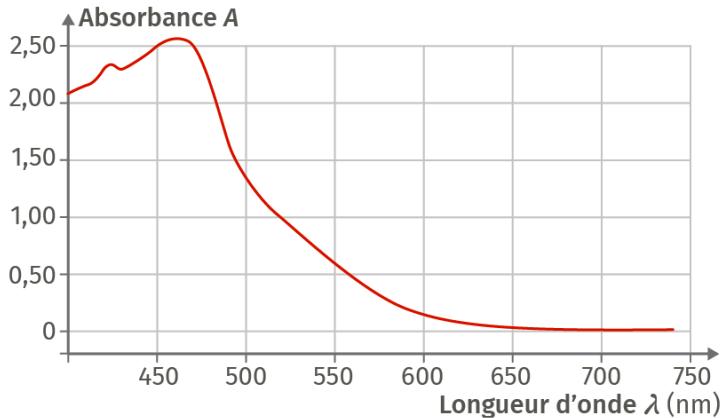
TRAVAIL À EFFECTUER

1. Étude préparatoire (à faire à la maison)

Nous allons étudier la transformation entre les ions peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$ et les ions iodures I^- . Ces deux espèces font partie de deux couples redox $S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-}$ et I_2 / I^- .

1.1. Écrire l'équation d'oxydoréduction étudiée.

Seul le diiode I_2 est coloré. Son spectre d'absorption est donné ci-dessous.



- 1.2. Prévoir la couleur de la solution en fin d'expérience.
- 1.3. Justifier le choix de la spectrophotométrie comme technique de suivi cinétique.
- 1.4. Déterminer la longueur d'onde pour le réglage du spectrophotomètre.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

2. Protocole expérimental

- 2.1. Effectuer les réglages du colorimètre :
 - Brancher le colorimètre à une prise.
 - Insérer dans l'espace prévu le filtre à 470 nm (couleur bleue).
 - Faire le blanc avec de l'eau distillée. Pour cela :
 - o Introduire de l'eau distillée dans la cuve
 - o Insérer la cuve dans le colorimètre et couvrir avec le capot noir
 - o Sur le côté du colorimètre, sélectionner « T ».
 - o Insérer le fil rouge dans la borne volt du voltmètre et la noire sur la borne COM.
 - o Tourner les deux curseurs « 100% T » pour obtenir 1V sur le voltmètre.
 - o Sur le côté du colorimètre, sélectionner « A ».
- 2.2. Réaliser le suivi cinétique de la transformation. **Attention !** Avant de commencer l'expérience, lire **l'ensemble** du protocole expérimental ci-dessous :
 - Prélever à l'aide d'une éprouvette graduée un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution d'iodure de potassium à la concentration $c_1 = 0,50 \text{ mol/L}$ et les introduire dans un bêcher.
 - Prélever à l'aide d'une pipette jaugée un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution de peroxodisulfate de potassium à une concentration $c_2 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ et les introduire dans un second bêcher.
 - Verser le contenu du premier bêcher dans le second **et déclencher** le chronomètre.
 - Remplir rapidement une cuve avec ce mélange et l'introduire dans le colorimètre
 - Recouvrir avec le capot noir.
 - Lire l'absorbance sur le voltmètre (1V pour 1 d'absorbance) dès que la cuve est dans le colorimètre, puis toutes les 2 minutes et compléter le tableau.
 - Répondre aux questions 3. durant les relevés de l'expérience.

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14
A								
t (min)	16	18	20	22	24	26	28	30
A								
t (min)	32	34	36	38	40	42	44	46
A								

3. Étude théorique de la transformation

- 3.1. Dresser le tableau d'avancement de la transformation et en déduire la concentration finale attendue c_F en diiode I_2 .

- 3.2. Lien entre $c(I_2)$ et A
 - 3.2.1. Grâce à la loi de Beer Lambert, exprimer $c(I_2)$ en fonction de A et d'une constante k.
 - 3.2.2. Appliquer la loi de Beer Lambert à l'état final et en déduire l'expression de k en fonction de A_f (absorbance à l'état final) et c_F .
 - 3.2.3. Faire l'application numérique pour calculer k.

4. Suivi de la transformation par une programmation Python

- Télécharger depuis le site le fichier Python intitulé *C07_TP2_python.py* dans votre dossier personnel.
- Ouvrir le logiciel Pyzo en cliquant sur *autres raccourcis*, puis *Pyzo*, puis *Pyzo général*.
- Ouvrir alors le fichier *C07_TP2_python.py* depuis votre dossier personnel.
- Compléter la liste des données de l'absorbance correspondant aux durées t (en min).

ATTENTION ! dans la liste, le séparateur entre deux valeurs est une virgule alors que la virgule d'un nombre décimal est un point !

- Compléter avec la relation de la question 3.2.1. la formule nécessaire pour calculer $c(I_2)$.

- 4.1. Quelle ligne du programme correspond au calcul des valeurs de la vitesse volumique d'apparition de I_2 ?
 - Exécuter le programme : plusieurs courbes sont ainsi tracées.
 - Imprimer les courbes.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos courbes ou en cas de difficulté	

- 4.2. Est-ce que les allures des courbes 1 et 2 sont cohérentes ? Justifier.
- 4.3. À l'aide des courbes 1 et 2, trouver le temps de demi-réaction. Vérifier que l'on trouve deux fois la même valeur.
- 4.4. Vitesse volumique de réaction

- 4.4.1. Donner la valeur à $t = 0$ s de la vitesse volumique de formation de I_2 .
- 4.4.2. Comment évolue la vitesse volumique de formation de I_2 ? Proposer une interprétation de cette évolution.
- 4.4.3. Comment évolue la vitesse volumique de disparition de $S_2O_8^{2-}$? Proposer une interprétation de cette évolution.
 - Fermer la fenêtre graphique

4.5. Loi de vitesse d'ordre 1

- 4.5.1. Montrer en quoi la courbe 5 permet de conclure que la loi de la vitesse de disparition v_d est bien d'ordre 1.
- 4.5.2. Compléter éventuellement (si ce n'a pas déjà été fait) dans le programme la liste avec les valeurs de A et t relevées pour $t > 30$ minutes. Exécuter le programme.
- 4.5.3. Indiquer sur la courbe 1, à partir de quelle date on peut considérer que la transformation chimique est terminée. Justifier.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.