

TP n°03 CINÉTIQUE CHIMIQUE ET CONSERVATION

Thème 1 : La matière / Chapitre 1 : Cinétique d'une transformation

Nom :		Prénom :	
Analyser *** :	Réaliser ** :	Valider * :	NOTE :

CONTEXTE DU SUJET

Dans les années 1950, les producteurs de lait étaient confrontés à la problématique de la conservation du lait lors de son stockage avant consommation. Une solution consistait à y ajouter de l'eau oxygénée, c'est à dire une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , qui avait des propriétés antiseptiques. Avant la commercialisation du lait, il était nécessaire de rechercher la présence de traces de peroxyde d'hydrogène qui y auraient subsisté, pour pouvoir les éliminer en ajoutant une enzyme : la catalase. Le dosage du peroxyde d'hydrogène était alors possible en utilisant une réaction support de titrage mettant en jeu les ions iodure et le peroxyde d'hydrogène. Dans les conditions ambiantes, cette réaction est lente et les industriels ont recherché à en augmenter la vitesse, pour mettre en œuvre rapidement le procédé de traitement avant commercialisation.

La cinétique chimique étudie tous les facteurs influant la durée d'une transformation chimique, comme par exemple l'utilisation de catalyseurs, la concentration des réactifs ou encore la température du milieu réactionnel.

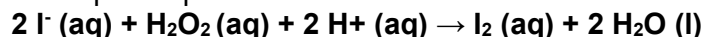
Le but de cette épreuve est de montrer l'influence d'un facteur cinétique sur la réaction entre les ions iodure et le peroxyde d'hydrogène.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

Document 1 : Réaction chimique entre les ions iodure et le peroxyde d'hydrogène

On étudie l'évolution au cours du temps de la réaction entre les ions iodure I^- et le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 en milieu acide.

Cette réaction lente est modélisée par l'équation suivante :



Toutes les espèces chimiques intervenant dans cette réaction sont incolores en solution aqueuse à l'exception du diiode qui confère une couleur jaune à la solution.

Données utiles :

- Une solution aqueuse de diiode possède un maximum d'absorption pour la longueur d'onde $\lambda_{\text{max}} = 400 \text{ nm}$.
- Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement de la réaction est égal à la moitié de la valeur de l'avancement final.

Document 2 : Solutions à disposition du candidat

Solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène de concentration molaire $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

Solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration molaire $3,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration molaire $1,8 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Solution aqueuse d'acide sulfurique de concentration molaire $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$

Solution aqueuse d'acide sulfurique de concentration molaire $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$.

Sécurité :

Les solutions d'acide sulfurique doivent être manipulées avec des lunettes et des gants.



Matériel mis à disposition

- une paire de lunettes de protection et des gants
- un spectrophotomètre étalonné avec deux cuves à spectrophotométrie
- un chronomètre
- un ordinateur avec un tableur-grapheur
- des flacons contenant des solutions aqueuses
- cinq béchers de 50 mL
- une pipette jaugée de 10,0 mL, une pipette jaugée de 5,0 mL, une poire à pipeter
- deux éprouvettes graduées de 10 mL et une de 5 mL
- un agitateur en verre
- un crayon pour verre
- une pissette d'eau distillée
- des pipettes compte-gouttes

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Modification d'un facteur cinétique (10 minutes conseillées)

Le temps de demi-réaction de la transformation entre les ions iodure et le peroxyde d'hydrogène à une température $T = 20^\circ\text{C}$, pour un mélange constitué de :

- 5,0 mL d'une solution de peroxyde d'hydrogène de concentration $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- 2,0 mL d'une solution d'acide sulfurique de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- 5,0 mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration $1,8 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

est égal à **4 minutes** environ.

Pour ce mélange réactionnel, le réactif limitant est le peroxyde d'hydrogène.

Proposer la modification d'un facteur cinétique afin de diminuer le temps de demi-réaction sans modifier l'avancement final, avec le matériel mis à disposition. Justifier la réponse.

On ne s'intéressera aux détails du protocole à mettre en œuvre qu'à la question suivante.

Pour accélérer une réaction on peut procéder de 3 manières différentes :

- Utilisation d'un catalyseur
- Augmentation de la température
- Augmentation de la concentration d'un réactif



Ici, l'utilisation d'un catalyseur ou l'augmentation de la température ne sont pas possible car nous n'avons pas les produits ou le matériel nécessaire pour le faire.

Nous devons donc augmenter la concentration d'un des réactifs.

On ne change pas la concentration en peroxyde d'hydrogène car il est le réactif limitant.

En observant le document 2 on s'aperçoit qu'il n'y a que pour l'iodure de potassium qu'une concentration plus élevée est proposée.

On en conclut que pour augmenter la vitesse de réaction il faut prendre une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration molaire $3,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le facteur cinétique à modifier ou en cas de difficulté	

2. Proposition d'un protocole expérimental (20 minutes conseillées)

À l'aide des documents et du matériel mis à disposition proposer un protocole expérimental permettant de tester l'influence du facteur cinétique proposé à la question précédente. On justifiera le choix de la verrerie et l'ordre des opérations à effectuer.



Cette réaction produit du diiode qui a une couleur jaune, on pourra donc suivre l'évolution de la concentration en I_2 en mesurant l'absorbance du diiode au cours du temps à l'aide d'un spectrophotomètre.

- Verser 2,0 mL d'une solution d'acide sulfurique de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ dans un bécher à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Verser 5,0 mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration $3,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ dans le même bécher à l'aide d'une éprouvette graduée.

L'iodure de potassium et l'acide sulfurique ne sont pas des réactifs limitants, on peut donc utiliser une éprouvette graduée pour les prélever. Contrairement au peroxyde d'hydrogène qui doit être prélevé avec précision (pipette jaugée).

- Prélever précisément 5,0 mL d'une solution de peroxyde d'hydrogène de concentration $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ à l'aide d'une pipette jaugée de 5 mL.
- Régler le spectrophotomètre sur la longueur d'onde maximale du diiode $\lambda_{\text{max}} = 400 \text{ nm}$.
- Faire le blanc sur le spectrophotomètre.
- Verser le peroxyde d'hydrogène dans le bécher avec les autres réactifs et déclencher le chronomètre.
- Remplir une cuve spectrophotométrique préalablement lavé avec la solution.
- Mesurer l'absorbance de la solution en fonction du temps.

- Tracer $A = f(t)$.
- Déterminer le temps de demi-réaction.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté	

3. Mise en œuvre du protocole (20 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole expérimental.

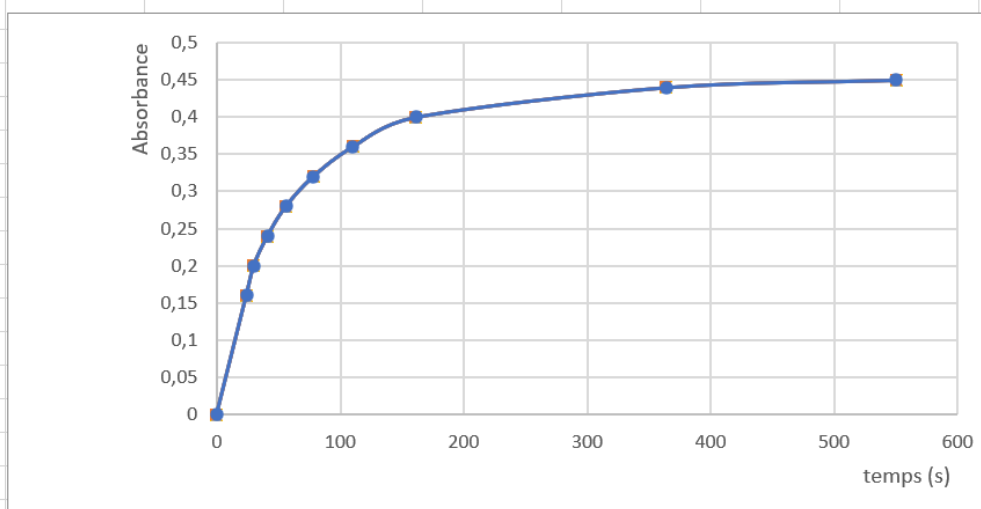
APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

4. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)

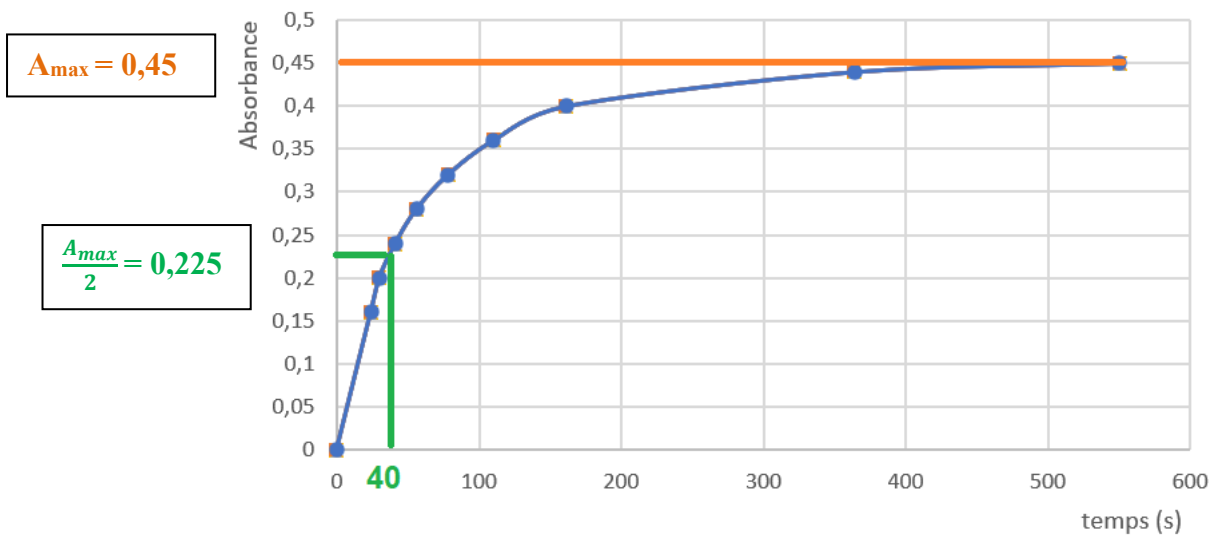
Conclure sur l'influence du facteur cinétique choisi.

À partir des valeurs expérimentales on trace la courbe $A = f(t)$.

t (s)	A
0	0
24	0,16
30	0,2
41	0,24
56	0,28
78	0,32
110	0,36
161	0,4
364	0,44
550	0,45



On détermine le temps de demi réaction qui correspond à la durée au bout de laquelle la réaction a atteint la moitié de l'avancement final.



On obtient un temps de demi-réaction $t_{1/2} = 40$ s.

Ce temps de demi-réaction est bien inférieur à celui de départ (4 min = 240 s). L'augmentation de la concentration a bien entraîné une augmentation de la vitesse de réaction.

Défaire le montage et ranger la pailasse avant de quitter la salle.