

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION



L'érythrosine, colorant rouge de synthèse, est par exemple utilisé pour colorer les cerises en conserve. Du fait de leur coloration naturelle mais aussi de la présence d'érythrosine, ces dernières peuvent donc tacher une nappe blanche. L'eau de Javel, en décolorant une solution d'érythrosine, peut permettre de la nettoyer. La réaction entre l'érythrosine et les ions hypochlorite de l'eau de Javel en excès suit une loi de vitesse d'ordre 1 par rapport à l'érythrosine.

Le but de cette épreuve est de vérifier l'expression du temps de demi-réaction pour une loi de vitesse d'ordre 1 dans le cadre de la transformation entre une solution d'érythrosine et de l'eau de Javel en excès.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Cinétique de la réaction entre l'érythrosine et les ions hypochlorite

Une solution d'érythrosine, notée E, et de l'eau de Javel, contenant des ions hypochlorite ClO^- , réagissent suivant une transformation modélisée par la réaction d'équation suivante, où F est le produit formé :



La solution d'érythrosine E est de couleur rouge. En revanche, la solution contenant F est une solution incolore, il en est de même pour l'eau de Javel.

La vitesse de disparition de l'érythrosine a pour expression :

$$v_{\text{disp E}}(t) = - \frac{d[\text{E}]}{dt}$$

Lorsque les ions hypochlorite ClO^- sont en large excès par rapport à l'érythrosine, cette transformation chimique vérifie une loi de vitesse d'ordre 1 par rapport à l'érythrosine. La vitesse de disparition de l'érythrosine est donc proportionnelle à sa concentration au cours de temps :

$$v_{\text{disp E}}(t) = k \cdot [\text{E}(t)]$$

où k est une constante.

Temps de demi-réaction

Le temps de demi-réaction d'une transformation chimique totale est la durée au bout de laquelle la moitié du réactif limitant présent initialement a été consommé.

Pour une réaction vérifiant une loi de vitesse d'ordre 1, le temps de demi-réaction et la constante de proportionnalité k sont reliés par la relation :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

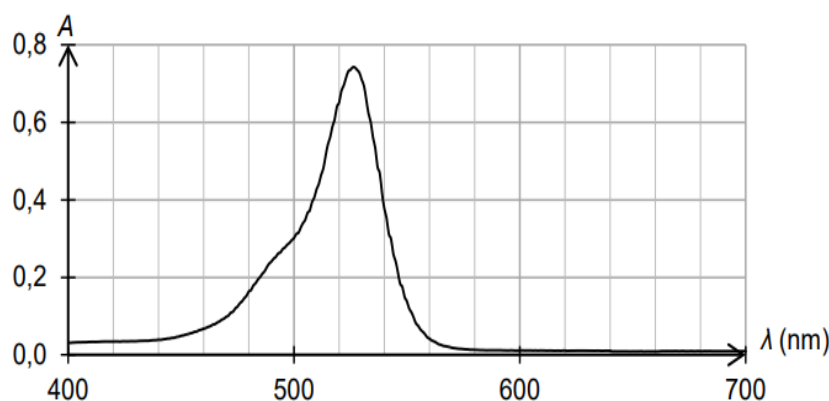
Loi de Beer-Lambert

Dans certaines conditions que l'on suppose vérifiées ici, pour une certaine longueur d'onde de la radiation incidente et pour une épaisseur donnée de la solution traversée, l'absorbance A d'une solution colorée est proportionnelle à la concentration de l'unique espèce colorée :

$$A = a \times [\text{espèce colorée}]$$

où a est une constante.

Spectre d'absorption d'une solution d'érythrosine



TRAVAIL À EFFECTUER

L'objectif est de déterminer expérimentalement les valeurs de $t_{1/2}$ et de k intervenant dans la relation suivante, pour une réaction vérifiant une loi de vitesse d'ordre 1 : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$.

1. Cinétique de la réaction entre l'érythrosine et les ions hypochlorite (20 minutes conseillées)

Les conditions initiales sont les suivantes :

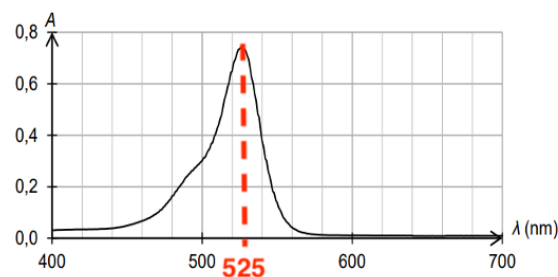
- 10,0 mL d'une solution d'érythrosine à une concentration en quantité de matière $[E] = 4,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- 20 mL de solution d'ions hypochlorite à une concentration en quantité de matière en ions hypochlorite $[\text{ClO}^-] = 0,56 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1.1. Proposer un protocole afin de représenter la courbe $A = f(t)$ représentant l'évolution temporelle de l'absorbance A du mélange.

On suppose qu'à la longueur d'onde choisie, seule l'espèce érythrosine est colorée.

Protocole proposé :

- Avec une pipette jaugée, prélever 10,0 mL de solution d'érythrosine avec une pipette jaugée
- Verser le prélèvement dans un bécher.
- Avec d'une éprouvette graduée (la précision demandée ne nécessite pas une pipette jaugée), mesurer 20 mL d'eau de Javel.
- Régler le spectrophotomètre à $\lambda_{\text{max}} = 525 \text{ nm}$
- Faire le blanc avec de l'eau de javel
- Régler l'acquisition avec des mesures toutes les 10 s pendant 5 minutes (voir demande après l'appel 1).
- Déclencher l'acquisition au moment où on verse les 20 mL d'eau de javel dans la solution d'érythrosine.
- Agiter et verser rapidement le mélange dans une cuve
- Placer la cuve dans le spectrophotomètre.





Dans les conditions de l'expérience, on a : $A = a \times [E]$.

La valeur du coefficient de proportionnalité noté a entre l'absorbance A et la concentration en quantité de matière en érythrosine $[E]$ de la relation de Beer-Lambert sera supposé connu.

1.2. En déduire une méthode pour représenter la courbe $[E] = f(t)$ représentant l'évolution temporelle de la concentration en quantité de matière en érythrosine lors de la transformation chimique entre une solution d'érythrosine et des ions hypochlorite.

- A l'aide des résultats de l'acquisition, calculer le rapport $[E] = \frac{A}{a}$ pour chaque t .
- Tracer $[E] = f(t)$.

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

1.3. Mettre en œuvre le protocole précédent et tracer la courbe $A = f(t)$. Les mesures seront effectuées toutes les 10 s pendant 5 minutes. **A faire expérimentalement.**

2. Loi de Beer-Lambert (20 minutes conseillées)

2.1. Montrer que la concentration en quantité de matière en érythrosine $[E]_0$ dans le mélange avant que la transformation chimique ait débuté vaut $[E]_0 = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$[E]_0 = \frac{n_0}{V_{\text{Sol}}} = \frac{[E] \times V_{\text{ery}}}{V_{\text{jav}} + V_{\text{ery}}} = \frac{4,0 \times 10^{-5} \times 10,0}{20 + 10,0} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2.2. Par extrapolation du tracé de $A = f(t)$, évaluer la valeur de l'absorbance A_0 du mélange à $t = 0$ s.

Avec la courbe obtenue expérimentalement, on poursuit la courbe et on « lit » la valeur de l'absorbance A_0 du mélange à $t = 0$ s.



2.3. Dédurre des réponses précédentes la valeur de la constante a .

$$A = a \times [\text{espèce colorante}]$$

$$a \times [\text{espèce colorante}] = A$$

$$a = \frac{A}{[\text{espèce colorante}]}$$

$$a = \frac{A_0}{[E]_0} = \frac{A_0 (\text{valeur trouvée à la question précédente})}{1,3 \times 10^{-5}} = \dots \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

3. Temps de demi-réaction (10 minutes conseillées)

3.1. Tracer la courbe représentant l'évolution de la concentration en quantité de matière en érythrosine $[E]$ en fonction du temps.

A faire avec les résultats expérimentaux.



3.2. Proposer une démarche pour déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ en utilisant la valeur calculée de $[E]_0$ à la question 2.1.

$$[E]_{t_{1/2}} = \frac{[E]_0}{2} = \frac{1,3 \times 10^{-5}}{2} = 6,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Graphiquement, on trouve $t_{1/2}$ lorsque la concentration $[E]_{t_{1/2}} = \frac{[E]_0}{2} = 6,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

3.3. Mettre en œuvre cette démarche et relever le temps de demi-réaction.

$t_{1/2} = \dots$ Reporter la valeur trouvée expérimentalement

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter le résultat expérimental ou en cas de difficulté	

4. Loi de vitesse (10 minutes conseillées)

4.1. À l'aide des fonctionnalités du logiciel tableur-grapheur, tracer la courbe $v_{disp\ E} = f([E])$ représentant l'évolution de la vitesse de disparition de l'érythrosine en fonction de sa concentration en quantité de matière.

La vitesse de disparition sera calculée à l'aide de la relation $v_{disp\ E}(t) = -\frac{d[E]}{dt}$.

4.2. Modéliser cette courbe par une fonction linéaire et relever l'équation de la droite. En déduire une valeur de la constante k sachant que $v_{disp\ E} = k \cdot [E]$.

La courbe est une droite passant par l'origine : $v = k \times [E]$ avec k le coefficient directeur.

Le tableur-grapheur donne l'équation de la droite. k est le coefficient directeur donné.

$k = \dots\dots$ Reporter la valeur du coefficient directeur donné par le tableur-grapheur $\dots\dots\dots$

4.3. Les valeurs de $t_{1/2}$ et de k déterminées expérimentalement aux § 3.3. et 4.2. sont-elles en accord avec la relation suivante : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$?

Il faut calculer $\frac{\ln 2}{k}$.

Si $\frac{\ln 2}{k} = t_{1/2}$ alors les valeurs de $t_{1/2}$ et de k déterminées expérimentalement sont en accord avec la relation

suivante : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$

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