

BACCALAURÉAT SÉRIE S

Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE

Évaluation des compétences expérimentales

Sommaire

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE....	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Modification d'un facteur cinétique (10 minutes conseillées)	6
2. Proposition d'un protocole expérimental (20 minutes conseillées).....	6
3. Mise en œuvre du protocole (20 minutes conseillées)	7
4. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées).....	7

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • proposer la modification d'un facteur cinétique afin de diminuer la vitesse d'une réaction ; • proposer un protocole expérimental de suivi cinétique par mesure d'absorbance et le mettre en œuvre ; • réaliser une courbe de suivi cinétique à l'aide d'un tableur-grapheur ; • exploiter les résultats obtenus.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 3 • Réaliser (RÉA) : coefficient 2 • Valider (VAL) : coefficient 1
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant l'arrivée du candidat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le graphe $A = f(t)$ pour le mélange décrit dans la question 1, doit être réalisé par l'examineur avant le début de l'épreuve pour déterminer précisément la valeur du temps de demi-réaction à noter sur le sujet. • La température de réaction doit être notée sur le sujet. • Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont. • Le spectrophotomètre est étalonné (le blanc a été réalisé) et est relié à l'interface. • Le tableur-grapheur est ouvert. <p><u>Prévoir de réaliser :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • un fichier avec les valeurs de l'absorbance en fonction du temps, stocké sur clé USB ; • la courbe représentant l'absorbance du mélange réactionnel en fonction du temps pour l'expérience réalisée et l'imprimer.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Modification d'un facteur cinétique (10 minutes conseillées). • Proposition d'un protocole par le candidat (20 minutes conseillées). • Mise en œuvre du premier suivi cinétique (20 minutes conseillées). • Validation des résultats (10 minutes conseillées). <p><u>Il est prévu deux appels obligatoires et deux appels facultatifs de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie le facteur cinétique que le candidat prévoit de modifier. • Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie le protocole expérimental proposé. <p>L'évaluateur suit en continu la mise en œuvre du protocole et la validation des résultats.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p>

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

Paillasse candidats

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une paire de lunettes de protection et des gants
- un spectrophotomètre étalonné relié à l'interface d'acquisition
- un ordinateur avec un tableur-grapheur
- 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
- deux cuves de spectrophotométrie avec un support pour cuves
- un agitateur en verre
- un crayon pour verre
- une pissette d'eau distillée
- des pipettes compte-gouttes
- un flacon contenant une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène (fraîchement préparée) de concentration molaire $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- un flacon contenant une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration molaire $1,8 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- un flacon contenant une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration molaire $3,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- un flacon contenant une solution d'acide sulfurique de concentration molaire $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- un flacon contenant une solution d'acide sulfurique de concentration molaire $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$
- un bidon de récupération

Paillasse professeur

- le fichier comportant les mesures d'absorbance en fonction du temps sur clé USB
- la courbe imprimée de l'évolution de l'absorbance en fonction du temps $A = f(t)$

Remarque : La transformation est plus rapide dans le spectrophotomètre que dans le bécher laissé sur la table, à cause du chauffage dû à la lampe.

Le suivi cinétique du 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 $1,8 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

doit être réalisé avant le début de l'épreuve afin de déterminer la valeur du temps de demi-réaction dans les mêmes conditions expérimentales que celles de l'épreuve.

Documents mis à disposition des candidats

- une notice d'utilisation simplifiée du spectrophotomètre
- une notice d'utilisation simplifiée de l'interface d'acquisition
- une notice d'utilisation simplifiée du tableur-grapheur

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **quatre** feuilles individuelles 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'évaluateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'évaluateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

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.

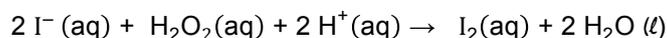
La cinétique chimique étudie tous les facteurs influant la durée d'une transformation chimique, comme par exemple l'utilisation de catalyseurs, la concentration des réactifs ou encore la température du milieu réactionnel.

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 $\lambda_{max} = 400 \text{ nm}$.

- 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.

Les pictogrammes associés à une solution de peroxyde d'hydrogène sont les suivants :

**Matériel mis à disposition**

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une paire de lunettes de protection et des gants
- un spectrophotomètre étalonné relié à l'interface d'acquisition
- 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
- deux cuves à spectrophotométrie avec un support pour cuves
- un agitateur en verre
- un crayon pour verre
- une pissette d'eau distillée
- des pipettes compte-gouttes
- un bidon de récupération

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 $T = \text{PROF}^{\circ}\text{C}$, 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 **PROF** minutes environ.

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

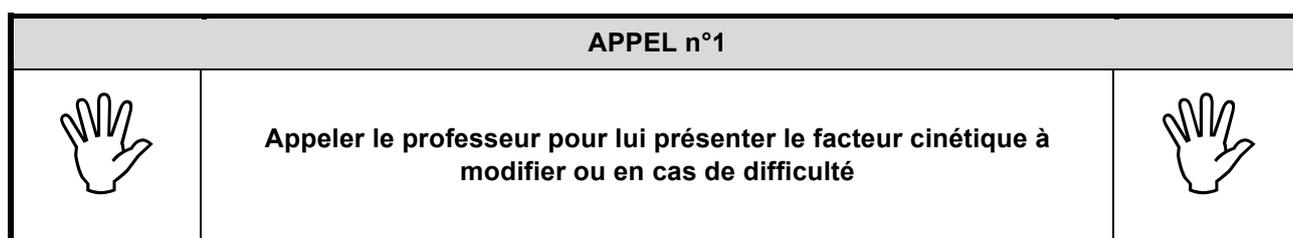
Proposer la modification d'un facteur cinétique afin de diminuer le temps de demi-réaction sans modifier l'avancement final, avec le matériel mis à disposition. Justifier la réponse.

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

Afin d'accélérer la réaction, (et donc diminuer le temps de réaction), on pourrait augmenter la concentration d'un des réactifs non militants intervenant dans la réaction. Il est indiqué que « pour ce mélange réactionnel, le réactif limitant est le peroxyde d'hydrogène. ». De plus, dans l'équation, les ions H^+ sont en excès.

Ainsi, pour diminuer le temps de réaction sans modifier l'avancement final, on pourrait introduire plus d'iodure de potassium dans le milieu réactionnel.

[D'autres facteurs cinétiques peuvent être mis en jeu, comme la modification de la température, la luminosité ou le choix d'un solvant, cependant, aucune de ces options n'est réalisable avec le matériel mis à disposition.]

**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.

Pour vérifier l'efficacité de ce facteur cinétique, on effectuera un suivi cinétique de la réaction en ajoutant un volume V_2 d'iodure de potassium supérieur à 5,0 mL dans le milieu réactionnel.

Avant de commencer les manipulations :

- On étalonnera le spectrophotomètre à l'aide d'une cuve d'eau distillée sur une longueur d'onde d'environ 400nm.
- On effectuera les réglages du logiciel Régressif afin que celui-ci soit prêt pour effectuer une acquisition.
- On s'équipera de gants et de lunette de protection en manipulant l'acide sulfurique.

On utilisera tout au long de cette expérimentation :

- Les pipettes jaugées mise à disposition pour des questions de précisions.
- Les béchers pour stocker les liquides et effectuer les prélèvements nécessaires.

En premier temps, on verse dans un bécher de 50ml, un volume largement supérieur à 5,0 mL de peroxyde d'hydrogène de concentration $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Puis, à l'aide d'une pipette jaugée de 5,0mL, on prélève $V_1 = 5,0 \text{ mL}$ d'une solution de peroxyde d'hydrogène qu'on versera dès lors dans un autre bécher de 50mL.

De même, en un second temps, on effectuera la même manipulation pour prélever et stocker dans un bécher de 50ml un volume $V_3 = 2,0 \text{ mL}$ d'une solution d'acide sulfurique.

Enfin, puisque l'on cherche à montrer que la concentration en iodure de potassium est un facteur cinétique, il n'est pas nécessaire de calculer un volume précis de cette espèce à introduire dans le milieu réactionnel. On versera alors dans un bécher de 50ml, un volume largement supérieur à 10,0 mL d'iodure de potassium dont on mesurera 10mL dans l'éprouvette graduée de 10mL

A la fin de ces trois manipulations, on mélange le contenu de l'éprouvette graduée et du bécher contenant l'acide sulfurique dans le troisième bécher et on mélange avec l'agitateur en verre.

Rapidement, on verse une partie du milieu réactionnel dans une cuve qu'on placera dans le spectrophotomètre.

On lance l'acquisition et à l'aide de la courbe obtenue, on détermine le temps de demi-réaction graphiquement qui est l'intersection de la courbe $A=f(t)$ et du point d'ordonnées $Af/2$.

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.

Je ne suis pas devin, donc à voir ?

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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