

**BACCALAURÉAT SÉRIE S****Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE  
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS.....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE.....	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT.....	4
1. Oxydation des ions iodure en présence du catalyseur (30 minutes conseillées).....	7
2. Étude du mécanisme de la réaction catalysée (20 minutes conseillées) .....	7
3. Conclusion (10 minutes conseillées) .....	8

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mettre en œuvre un protocole ;</li> <li>• interpréter le résultat obtenu ;</li> <li>• réaliser des tests en tubes à essais ;</li> <li>• identifier les étapes du mécanisme de la catalyse étudiée.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser (REA) : coefficient <b>3</b></li> <li>• Valider (VAL) : coefficient <b>2</b></li> <li>• Analyser (ANA) : coefficient <b>1</b></li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont ;</li> <li>• le spectrophotomètre est allumé, la longueur d'onde est réglée et le « blanc » fait ;</li> <li>• le paramétrage pour l'enregistrement de la cinétique est réglé.</li> </ul> <p><u>Prévoir aussi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une courbe imprimée de la cinétique réalisée <u>sans catalyseur</u> ;</li> <li>• une courbe imprimée de la cinétique étudiée <u>avec catalyseur</u>.</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lecture des documents, mise en œuvre du protocole et interprétation <b>(30 minutes)</b> ;</li> <li>• tests et observations <b>(20 minutes)</b> ;</li> <li>• conclusion <b>(10 minutes)</b>.</li> </ul> <p><u>Il est prévu 2 appels obligatoires de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lors de l'<b>appel n°1</b>, l'évaluateur vérifie la mise en œuvre du protocole.</li> <li>• Lors de l'<b>appel n°2</b>, l'évaluateur vérifie les résultats des tests.</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</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> <p>Dans les conditions de l'expérience, la réaction non catalysée dure environ 45 minutes ; celle qui est catalysée, moins de 20 minutes (<math>t_{1/2} = 1 \text{ min } 20 \text{ s}</math> à <math>27 \text{ °C}</math>, <math>t_{1/2} = 2 \text{ min } 50 \text{ s}</math> à <math>15 \text{ °C}</math>).</p>

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS 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 calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- deux béchers de 100 mL
- trois béchers de 50 mL
- une éprouvette graduée de 25 mL
- trois éprouvettes graduées de 10 mL
- une pipette jaugée 20,0 mL
- cinq compte-gouttes gradués de 0,5 mL en 0,5 mL
- une cuve pour spectrophotomètre
- un portoir et cinq tubes à essais
- une pissette d'eau distillée
- un spectrophotomètre relié à un ordinateur, réglé à  $\lambda = 490 \text{ nm}$ , avec le blanc préalablement réalisé
- un feutre pour écrire sur bécher
- un chronomètre
- un chiffon
- quatre solutions aqueuses  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  et  $S_4$  (voir tableau ci-dessous)

Solutions aqueuses mises à disposition en flacon		Quantité minimale par candidat
$S_1$	iodure de potassium ( $K^+(aq)$ , $I^-(aq)$ ) de concentration molaire $0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ mise en flacon noir à l'abri de la lumière	25 mL
$S_2$	peroxodisulfate de sodium ( $2 Na^+(aq)$ , $S_2O_8^{2-}(aq)$ ) de concentration molaire $8,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	25 mL
$S_3$	sulfate de fer(II) ( $Fe^{2+}(aq)$ , $SO_4^{2-}(aq)$ ) de concentration molaire $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$	5 mL
$S_4$	sulfate de fer(III) ( $2Fe^{3+}(aq)$ , $3SO_4^{2-}(aq)$ ) de concentration molaire $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$	5 mL

**Paillasse professeur**

- une réserve des solutions  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  et  $S_4$

**Documents mis à disposition des candidats**

- une notice simplifiée d'utilisation du logiciel d'enregistrement et d'étude du suivi cinétique par spectrophotométrie
- un exemplaire imprimé de la courbe de suivi cinétique par spectrophotométrie sans catalyseur, réalisée avec le même matériel que celui mis à disposition du candidat

**Remarque importante**

**Le spectrophotomètre devra être prêt à l'emploi : longueur d'onde 490 nm, blanc fait et interface prête (durée d'enregistrement totale 15 minutes) de telle sorte que le candidat n'ait qu'à appuyer sur une touche pour que l'enregistrement démarre.**

**Le but de ce sujet n'est en effet pas de prouver que l'on sait se servir d'un spectrophotomètre mais bien de mettre en évidence le mode d'action d'un catalyseur.**

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **cinq** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.  
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

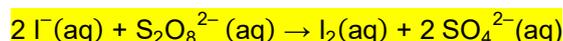
Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.  
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.  
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

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

**CONTEXTE DU SUJET**

Les réactions d'oxydoréduction catalysées sont largement répandues dans la chimie du vivant mais aussi dans l'industrie.

Tout catalyseur intervient dans le mécanisme de la réaction qu'il catalyse. Celle-ci est alors accélérée, mais son bilan et son rendement restent inchangés. Le catalyseur est entièrement restitué en fin de réaction. La réaction étudiée dans ce sujet, considérée comme un exemple de réaction lente, a pour équation :



***Le but de l'épreuve est de vérifier que la transformation chimique est catalysée par les ions  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  et d'étudier le mécanisme de cette catalyse.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Suivi spectrophotométrique**

On peut étudier la cinétique d'oxydation des ions iodure  $I^{-}(aq)$  par les ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}(aq)$ , **en l'absence de catalyseur et à  $\theta = 25\text{ }^{\circ}C$** , par un suivi spectrophotométrique à  $\lambda = 490\text{ nm}$ .

Le suivi par spectrophotométrie est possible **car les molécules de diiode formées colorent en orange-brun le mélange réactionnel initialement incolore.**

Le mélange réactionnel est obtenu en ajoutant 20 mL d'une solution d'iodure de potassium ( $K^{+}(aq)$ ,  $I^{-}(aq)$ ), de concentration molaire  $0,20\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , à 20,0 mL d'une solution de peroxodisulfate de sodium ( $2\text{ Na}^{+}(aq)$ ,  $S_2O_8^{2-}(aq)$ ), de concentration molaire  $8,0 \times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Dans les conditions de l'expérience, les ions peroxodisulfate constituent le réactif limitant de la transformation.

**Voir la courbe imprimée mise à disposition du candidat.**

**Document 2 : Protocole proposé**

On propose le protocole suivant afin d'étudier la cinétique de l'oxydation des ions iodure  $I^{-}(aq)$  par les ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}(aq)$ , catalysée par les ions  $Fe^{2+}(aq)$ .

Solutions aqueuses mises à disposition :

$S_1$  : iodure de potassium ( $K^{+}(aq)$ ,  $I^{-}(aq)$ ) de concentration molaire  $0,20\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$S_2$  : peroxodisulfate de sodium ( $2\text{ Na}^{+}(aq)$ ,  $S_2O_8^{2-}(aq)$ ) de concentration molaire  $8,0 \times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$S_3$  : sulfate de fer (II) ( $Fe^{2+}(aq)$ ,  $SO_4^{2-}(aq)$ ) de concentration molaire  $0,10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Prélever 20,0 mL de solution  $S_2$  avec une pipette jaugée et les introduire dans un bécher A.

Dans un bécher B, introduire 20 mL de solution  $S_1$  avec une éprouvette graduée, puis 0,5 mL de solution  $S_3$  avec un compte-gouttes gradué.

Verser le contenu du becher B dans le becher A. Déclencher immédiatement l'acquisition.

Agiter et verser une quantité suffisante du mélange dans une cuve de spectrophotomètre.

Introduire **le plus rapidement possible** la cuve dans le spectrophotomètre et mesurer l'absorbance de la solution.

**Le spectrophotomètre est réglé à une longueur d'onde optimale et le blanc a été effectué.**

**Document 3 : Exemple de mécanisme de réaction catalysée par un catalyseur (noté *cat*)**

Réaction non catalysée :  **$A + B \rightarrow C + D$**

Réaction catalysée : étape 1 :  **$A + cat \rightarrow C + cat'$**

étape 2 :  **$B + cat' \rightarrow D + cat$**

Bilan :  **$A + B \rightarrow C + D$**

***cat'*** est alors la forme que prend le catalyseur ***cat*** après réaction avec l'espèce chimique A

**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un flacon noir mis à l'abri de la lumière contenant 50 mL d'une solution S<sub>1</sub> d'iodure de potassium (K<sup>+</sup>(aq), I<sup>-</sup>(aq)) de concentration molaire 0,20 mol.L<sup>-1</sup>
- un flacon contenant 50 mL d'une solution S<sub>2</sub> de peroxydisulfate de sodium (2 Na<sup>+</sup>(aq), S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>(aq)) de concentration molaire 8,0 × 10<sup>-3</sup> mol.L<sup>-1</sup>
- un flacon contenant une solution S<sub>3</sub> de sulfate de fer (II) (Fe<sup>2+</sup>(aq), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq)) de concentration molaire 0,10 mol.L<sup>-1</sup>
- un flacon contenant une solution S<sub>4</sub> de sulfate de fer (III) (2Fe<sup>3+</sup>(aq), 3SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq)) de concentration molaire 0,050 mol.L<sup>-1</sup>
- deux béchers de 100 mL
- trois béchers de 50 mL
- une éprouvette graduée de 25 mL
- trois éprouvettes graduées de 10 mL
- une pipette jaugée de 20,0 mL
- cinq compte-gouttes gradués de 0,5 mL en 0,5 mL
- une cuve pour spectrophotomètre
- un portoir et cinq tubes à essais
- une pissette d'eau distillée
- un spectrophotomètre relié à un ordinateur, réglé à  $\lambda = 490$  nm, avec le blanc préalablement réalisé
- un feutre pour écrire sur bécher
- un chronomètre
- un chiffon

**TRAVAIL À EFFECTUER****1. Oxydation des ions iodure en présence du catalyseur (30 minutes conseillées)**

## 1.1. Mise en œuvre du protocole

Mettre en œuvre le protocole proposé dans le **document 2** afin de réaliser le suivi spectrophotométrique de la cinétique de l'oxydation des ions iodure  $I^- (aq)$  par les ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-} (aq)$  en présence du catalyseur l'ion  $Fe^{2+} (aq)$ .

A vous de jouer !

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter la mise en œuvre du protocole ou en cas de difficulté</b>	

En attendant que les mesures exécutées par le spectrophotomètre s'effectuent, passer à la partie 2 du travail.

## 1.2. Interprétation des résultats

Observer la courbe obtenue. Les ions  $Fe^{2+} (aq)$  ont-ils pu jouer le rôle de catalyseur? Justifier la réponse.

On compare avec la courbe donnée (doc.2 : en l'absence de catalyseur). On observe sûrement que la courbe obtenue a une pente plus élevée (Loi de Beer-Lambert, la courbe d'absorbance est proportionnelle à la concentration). Donc la concentration en diode augmente plus rapidement, donc la réaction est plus rapide. Le  $Fe^{2+}$  a un rôle de catalyseur.

**2. Étude du mécanisme de la réaction catalysée (20 minutes conseillées)**

Afin de comprendre le mécanisme réactionnel mis en jeu lors de la réaction catalysée, il convient de réaliser une série d'expériences.

## 2.1. Mener les cinq expériences suivantes dans cinq tubes à essais et compléter le tableau ci-dessous :

A vous de jouer !

Il s'agit d'observer la couleur

Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3	Expérience 4	Expérience témoin de couleur
10 mL de solution contenant les ions $S_2O_8^{2-}$ et 0,5 mL de solution contenant les ions $Fe^{2+}$	10 mL de solution contenant les ions $S_2O_8^{2-}$ et 0,5 mL de solution contenant les ions $Fe^{3+}$	10 mL de solution contenant les ions $I^-$ et 0,5 mL de solution contenant les ions $Fe^{2+}$	10 mL de solution contenant les ions $I^-$ et 0,5 mL de solution contenant les ions $Fe^{3+}$	10 mL d'eau et 0,5 mL de solution contenant les ions $Fe^{3+}$
<b>Observation</b>	<b>Observation</b>	<b>Observation</b>	<b>Observation</b>	<b>Observation</b>

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté</b>	

## 2.2. Bilan des observations

Identifier, parmi les propositions suivantes, celles qui correspondent aux observations précédentes. Justifier les réponses.

Propositions :

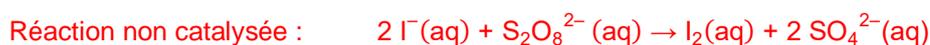
- Les ions  $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{I}^-$  réagissent pour former des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et du diiode. (expérience 4)
- Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{I}^-$  réagissent pour former des ions  $\text{Fe}^{3+}$  et du diiode. (expérience 3)
- Les ions  $\text{Fe}^{3+}$  et les ions  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  réagissent pour donner des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et des ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ . (expérience 2)
- Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  et les ions  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  réagissent pour donner des ions  $\text{Fe}^{3+}$  et des ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ . (expérience 1)

Rappel : lorsque diiode est formé → colorent en orange-brun

On constatera sûrement qu'il se passe quelque chose que pour la moitié des expériences afin d'arriver à la conclusion suivante.

## 3. Conclusion (10 minutes conseillées)

À l'aide du document 3 et des observations précédentes, écrire les deux étapes du mécanisme réactionnel de la réaction d'oxydation des ions iodure par les ions peroxodisulfate, catalysée par les ions  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ .



Rincer la verrerie et ranger la pailasse avant de quitter la salle.