

IIIb. 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'évaluateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'évaluateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.
L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

Afin d'augmenter la productivité, les industriels recherchent en permanence des procédures et des réglages permettant de gagner du temps sur la mise en œuvre d'un procédé industriel.

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

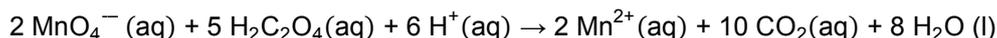
Diminuer la durée de dégradation des composés chimiques ou des déchets présents dans la nature est aussi un enjeu environnemental (influence des rayons ultra-violet, de la température ...).

Le but de cette épreuve est de montrer l'influence d'un facteur cinétique sur une réaction lente.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Réaction chimique entre les ions permanganate et l'acide oxalique**

On étudie l'évolution au cours du temps de la réaction entre les ions permanganate MnO_4^- et l'acide oxalique $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ en milieu acide.

Cette réaction lente est modélisée par l'équation chimique suivante :



Toutes les espèces chimiques intervenant dans cette réaction sont incolores en solution aqueuse à l'exception de l'ion permanganate qui est de couleur violette.

Document 2 : Suivi cinétique de la transformation par spectrophotométrie

Une solution aqueuse contenant l'ion permanganate possède un maximum d'absorption pour la longueur d'onde $\lambda_{\text{max}} = 530 \text{ nm}$.

À chaque instant t , l'avancement x de la transformation étudiée peut être déterminé en utilisant la relation suivante : $x = 5,0 \times 10^{-6} \times \frac{(A_0 - A)}{A_0}$ en mol.

avec A_0 l'absorbance du mélange réactionnel mesurée à la date $t = 0 \text{ s}$; $A_0 = \text{.....}$

et A l'absorbance du mélange réactionnel mesurée à la date t .

Document 3 : Temps de demi-réaction

Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement de la réaction est égal à la moitié de l'avancement final.

Document 4 : Solutions à disposition du candidat

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

Solution aqueuse d'acide oxalique de concentration molaire $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

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

Solution aqueuse d'acide oxalique de concentration molaire $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

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.

Solution aqueuse d'acide oxalique :



Solution aqueuse de permanganate de potassium :



Matériel mis à disposition

- une paire de lunettes de protection et des gants
- un spectrophotomètre relié à l'interface d'acquisition
- un ordinateur avec un tableur-grapheur
- cinq béchers de 100 mL
- une pipette jaugée de 10,0 mL, une pipette jaugée de 5,0 mL, une poire à pipeter
- des éprouvettes graduées de 100 mL, 10 mL et 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

.....

.....

.....

.....

.....

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.

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Remettre la paillasse dans l'état où elle était en début d'épreuve avant de quitter la salle.

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

La compétence **ANALYSER** est évaluée lors de l'appel 1.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence ANALYSER est affectée d'un fort coefficient.

La compétence ANALYSER est évaluée à d'autres moments de l'épreuve (question 2) : l'examinateur attendra la fin de celle-ci pour attribuer un niveau à cette compétence.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **ANALYSER** est le suivant :

- formuler une hypothèse.

Lors de l'appel n°1, l'examinateur évalue globalement ce que lui présente le candidat. Il attend de la part de celui-ci :

- qu'il propose une modification d'un facteur cinétique en accord avec le matériel et les solutions disponibles.

Exemples de solutions partielles pour la modification d'un paramètre expérimental**Solution partielle 1**

Un facteur cinétique permet de modifier le temps de demi-réaction.

Solution partielle 2

La concentration d'un réactif non limitant est un facteur cinétique.

Exemple de solution totale pour la compétence ANALYSER**Solution totale**

La durée d'une transformation diminue en général lorsqu'on augmente la concentration d'un réactif. Compte tenu des solutions mises à disposition, il faut réaliser le mélange réactionnel avec une solution aqueuse d'acide oxalique plus concentrée, soit la solution de concentration $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$.

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

La compétence **ANALYSER** est évaluée lors de l'appel 2.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence ANALYSER est affectée d'un fort coefficient.

Avant l'appel n°2, l'examinateur devra suivre attentivement, en continu, la progression du candidat pour l'orienter éventuellement, mais se gardera d'intervenir trop tôt, afin de laisser le candidat mûrir sa réflexion.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **ANALYSER**, dans cette partie est le suivant :

- concevoir un protocole expérimental.

Pour évaluer cette compétence, l'examinateur vérifie d'abord **en continu** que les réponses données par le candidat sont cohérentes et correspondent au matériel mis à disposition.

Lors de l'appel n°2, l'examinateur évalue globalement ce que lui présente le candidat. Il attend de la part de celui-ci :

- qu'il propose un protocole expérimental pertinent, réalisable au laboratoire ;
- qu'il soit capable de préciser le matériel qu'il souhaite utiliser ;
- qu'il ait prévu à quel moment l'acquisition est lancée puis arrêtée.

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examineur peut lui apporter une solution totale.

Exemples de solutions partielles pour la compétence ANALYSER

Solution partielle 1

Pour déterminer $t_{1/2}$, il faut mesurer une grandeur qui évolue au cours du temps.

Solution partielle 2

Mesurer l'absorbance du mélange réactionnel tout au long de la transformation.

Solution partielle 3

Des mesures de volume au dixième de mL près sont réalisées avec une pipette jaugée.

Solution partielle 4

Effectuer le mélange. Déclencher l'acquisition avant de placer la cuve dans le spectrophotomètre.

Exemple de solution totale pour la compétence ANALYSER

Solution totale

Prélever avec une pipette jaugée de 10,0 mL, 10,0 mL de la solution de permanganate de potassium de concentration $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$; les placer dans un bécher de 100 mL.

Mettre les lunettes de protection puis ajouter dans le bécher, 2 mL d'acide sulfurique de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ mesurés avec une éprouvette graduée de 5 mL.

À l'aide d'une éprouvette graduée de 10 mL, préparer 10 mL d'une solution aqueuse d'acide oxalique de concentration molaire égale à $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$.

Verser les 10 mL d'acide oxalique dans le bécher de 100 mL et simultanément lancer l'acquisition.

Agiter le mélange avec un agitateur. Verser une petite quantité du mélange dans une cuve et placer la cuve dans le spectrophotomètre.

Lorsque l'acquisition est terminée (l'absorbance est alors nulle), transférer les données vers le tableur-grapheur.

Créer la grandeur avancement x .

Tracer le graphe $x = f(t)$.

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

La compétence **RÉALISER** est mobilisée et évaluée dans cette partie **en continu**.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence RÉALISER est affectée d'un fort coefficient.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **RÉALISER** sont les suivants :

- suivre un protocole ;
- respecter les règles de sécurité ;
- utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée.

Exemples de solutions partielles pour la compétence RÉALISER

Solution partielle 1

L'évaluateur indique les consignes de sécurité si celles-ci ne sont pas respectées : lunettes, gants pour manipuler l'acide.

Solution partielle 2

L'évaluateur indique que la mesure du volume de la solution de permanganate de potassium doit être précise.

Solution partielle 3

L'évaluateur fournit au candidat le fichier avec les valeurs de t et de A .

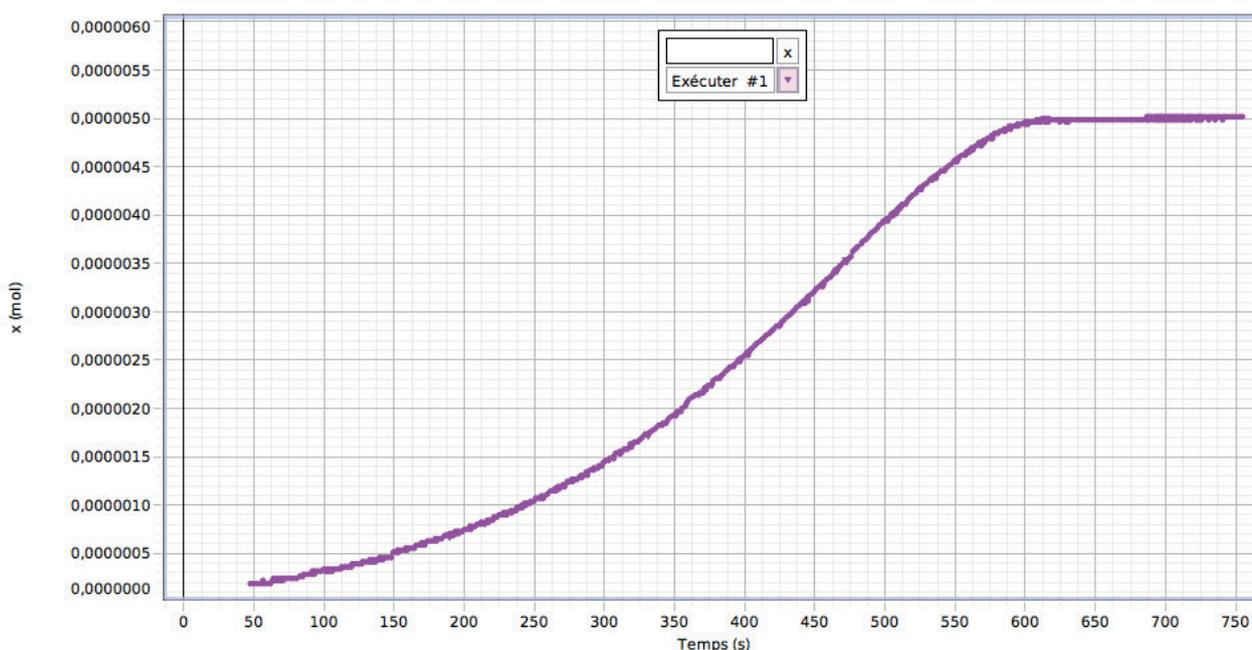
Solution partielle 4

L'évaluateur montre comment créer la grandeur x à l'aide de la formule et de A_0 .

Solution partielle 5

L'évaluateur montre au candidat comment afficher la courbe $x = f(t)$.

Exemple de solution totale pour la compétence RÉALISER



4. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)

La compétence **VALIDER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Le critère retenu pour la compétence **VALIDER** est le suivant :

- exploiter et interpréter des observations, des mesures.

Pour évaluer la compétence **VALIDER**, le professeur vérifie **en continu** que les réponses données par le candidat sont cohérentes.

Exemples de solutions partielles pour la compétence VALIDER**Solution partielle 1**

La définition du temps de demi-réaction est donnée dans le document 3.

Solution partielle 2

Le temps de demi-réaction est de 400 s soit 6 min et 40 s.

Exemple de solution totale pour la compétence VALIDER à destination de l'examineur

La solution totale correspondant à la dernière compétence évaluée, est donnée à titre d'information à l'évaluateur et ne doit pas être fournie au candidat.

Solution totale pour la validation des résultats

Le temps de demi-réaction pour la transformation réalisée est environ deux fois plus faible que pour la première transformation. L'hypothèse est donc validée : augmenter la concentration d'un des réactifs non limitant a permis de diminuer le temps de demi-réaction.