

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. Élaboration de la démarche (20 minutes conseillées)	8
2. Mise en œuvre de la démarche (20 minutes conseillées)	9
3. Exploitation des résultats (20 minutes conseillées)	9

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • identifier les paramètres ayant une influence sur l'évolution temporelle d'un système chimique ; • mettre en œuvre une démarche consistant à suivre un protocole et à tracer une courbe à l'aide d'un logiciel tableur-grapheur ; • exploiter les résultats obtenus et effectuer une comparaison entre la valeur théorique de volume de gaz obtenu et la valeur expérimentale.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 2 • Réaliser (RÉA) : coefficient 2 • Valider (VAL) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le bain-marie est branché et en marche avant l'arrivée du candidat. <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Remplir les cristallisoirs des paillasse candidats aux $\frac{3}{4}$ d'eau du robinet suffisamment longtemps à l'avance pour que l'eau soit à température ambiante. • Régler la température des bains-marie à 30°C. • Préparer une série de quatre erlenmeyers avec 100 mL d'acide chlorhydrique et maintenus à 30°C dans un bain-marie sur la paillasse du professeur (à donner au candidat au cas où il souhaiterait recommencer l'expérience).
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • élaboration d'une démarche (20 minutes) • mise en œuvre de la démarche (20 minutes) • exploitation des résultats (20 minutes) <p><u>Il est prévu 2 appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie la démarche proposée. • Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie les résultats expérimentaux obtenus à l'issue du suivi cinétique. • Lors de l'appel facultatif l'évaluateur vient en aide au candidat si besoin. <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><u>Autres remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Décaper le morceau de magnésium fourni au candidat à l'aide d'un tampon assez doux. • Noter la valeur de la masse linéique du magnésium en ruban dans la fiche III, page 8. Voici un exemple courant de valeur : 1,04 g.m⁻¹ (noté sur la boîte : 25 g pour 24 m de ruban). • Volume cristallisoir utilisé : 1,5 L

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 calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une boîte de ruban de magnésium neuf ou décapé
- une boîte de magnésium en poudre
- une solution d'acide chlorhydrique à 0,50 mol.L⁻¹ (125 mL)
- une solution d'acide chlorhydrique à 0,75 mol.L⁻¹ (125 mL)
- une solution d'acide chlorhydrique à 0,25 mol.L⁻¹ (125 mL)
- un bain marie à une température de 30°C
- un cristalliseur avec de l'eau et des glaçons
- une éprouvette de 100 mL
- une éprouvette de 50 mL
- un cristalliseur rempli aux $\frac{3}{4}$ d'eau
- deux potences munies d'une pince
- deux supports élévateurs
- un erlenmeyer de 125 mL
- un tube à dégagement avec bouchon adapté à l'erlenmeyer
- un chronomètre
- un thermomètre
- une balance au centième de gramme
- un réglet
- une paire de ciseaux ou une pince coupante
- un chiffon
- un ordinateur avec tableur-grapheur
- une paire de lunettes de sécurité
- une paire de gants

Paillasse professeur

- plusieurs erlenmeyers contenant chacun 100 mL d'acide chlorhydrique à 0,05 mol.L⁻¹ plongés dans un bain marie à 30°C

Documents mis à disposition des candidats

- notice simplifiée d'utilisation du tableur-grapheur
- notice simplifiée d'utilisation du spectrophotomètre

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **huit** 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'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

Lorsqu'un système chimique évolue, il est souvent nécessaire de contrôler la vitesse de la réaction. Par exemple, la vitesse de la réaction chimique produisant le diazote gazeux permettant le gonflage d'un airbag lors d'un choc doit être suffisamment élevée pour que l'airbag puisse assurer une protection quasi-instantanée. Au contraire, la vitesse de la réaction de formation de la rouille sur une pièce métallique doit être minimisée.

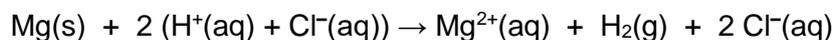
En agissant sur certains paramètres tels que la température, la pression, la concentration des réactifs, la nature du solvant, l'état de division d'un réactif solide ou l'utilisation éventuelle de catalyseurs, le chimiste est en mesure de contrôler la vitesse de réaction.

Le but de cette épreuve est de modifier l'évolution temporelle d'une réaction chimique donnée et d'en réaliser le suivi cinétique.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT

Document 1 : Suivi cinétique par mesure de volume de gaz

Le métal magnésium Mg(s) réagit avec une solution d'acide chlorhydrique. Un des produits de cette réaction est le dihydrogène gazeux $\text{H}_2(\text{g})$. L'équation de la réaction s'écrit :



Courbe représentant l'évolution du volume de dihydrogène formé au cours du temps :

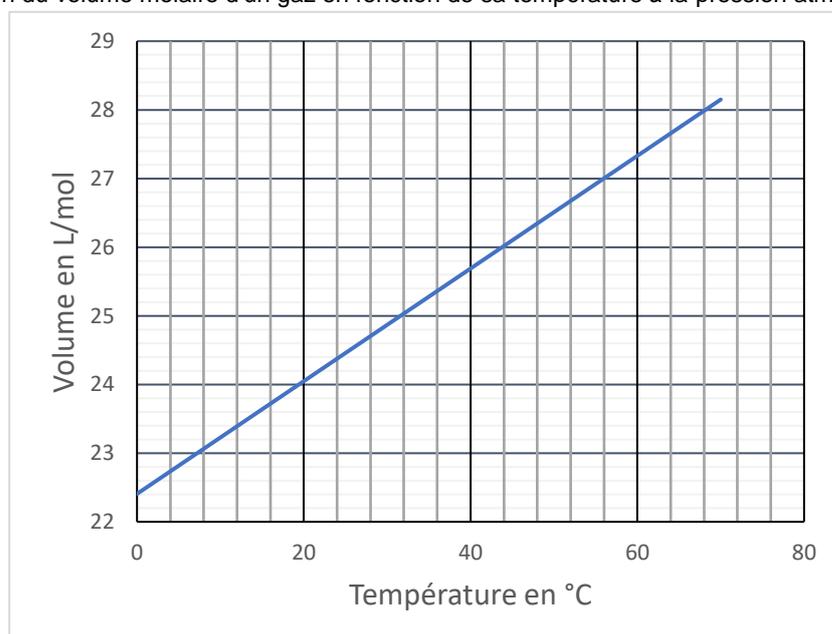


Conditions de l'expérience :

- température du milieu réactionnel : $T = 20^\circ\text{C}$
- pression atmosphérique normale : environ 1013 hPa
- masse de magnésium en ruban utilisé : $m(\text{Mg}) = 40 \text{ mg}$
- volume d'acide chlorhydrique : $V_a = 100 \text{ mL}$
- concentration de la solution d'acide chlorhydrique : $c_a = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$
- le magnésium est le réactif limitant

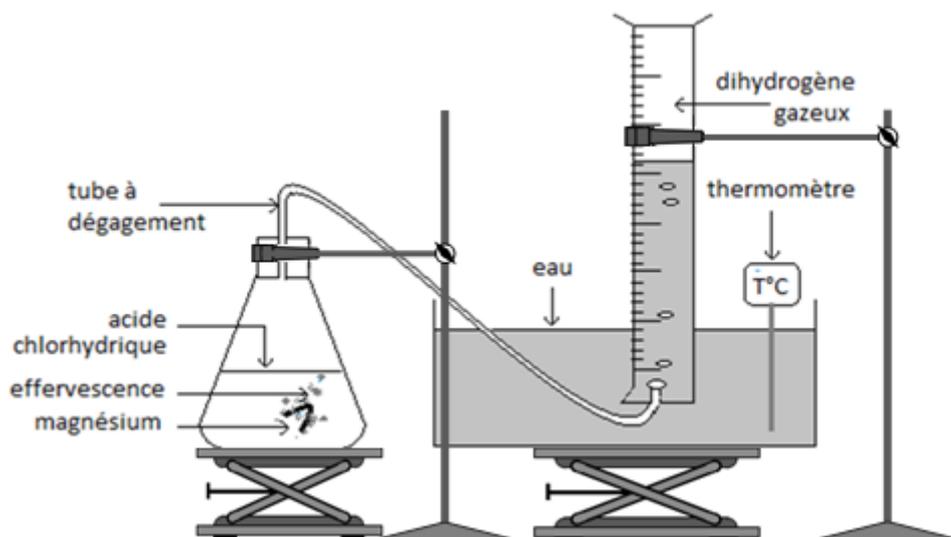
Document 2 : Volume d'un gaz et température

Courbe représentant l'évolution du volume molaire d'un gaz en fonction de sa température à la pression atmosphérique normale



Document 3 : Protocole de la réalisation du suivi cinétique et dispositif expérimental

- découper la longueur nécessaire de ruban de magnésium
- replier légèrement le morceau de magnésium sur lui-même
- remplir à ras bord l'éprouvette de 50 mL avec de l'eau, la boucher avec la paume de la main et la retourner dans l'eau contenue dans le cristallisoir en veillant à ce qu'aucune bulle d'air ne pénètre à l'intérieur
- fixer l'éprouvette retournée dans l'eau à l'aide de la pince et de la potence, laisser un petit espace entre le fond du cristallisoir et l'éprouvette
- placer 100 mL de solution d'acide chlorhydrique à $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$ dans l'erlenmeyer
- Les 4 étapes suivantes sont à exécuter le plus rapidement possible :
 - introduire le morceau de magnésium dans l'erlenmeyer
 - boucher l'erlenmeyer avec le tube à dégagement
 - introduire l'extrémité du tube sous l'éprouvette contenant l'eau
 - déclencher le chronomètre
- relever les dates auxquelles 5,0 mL de gaz supplémentaire sont formés
- noter le temps nécessaire à la disparition totale du magnésium, noté t_{final}
- noter le volume final de gaz obtenu, noté V_{final}

Dispositif expérimental :

L'erlenmeyer est placé sur un support élévateur ; le cristallisoir l'est également afin de faciliter le positionnement du tube à dégagement dans l'éprouvette.

On supposera que le gaz présent dans l'éprouvette est à la même température que l'eau du cristallisoir.

Données :

masse molaire du magnésium : $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

magnésium en ruban



port de gants et de lunettes

acide chlorhydrique (concentration $< 1 \text{ mol.L}^{-1}$)



port de gants et de lunettes

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une boîte de ruban de magnésium neuf ou décapé
- une boîte de magnésium en poudre
- une solution d'acide chlorhydrique à $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$ (125 mL)
- une solution d'acide chlorhydrique à $0,75 \text{ mol.L}^{-1}$ (125 mL)
- une solution d'acide chlorhydrique à $0,25 \text{ mol.L}^{-1}$ (125 mL)
- un bain marie à une température de 30°C
- un cristalliseur avec de l'eau et des glaçons
- une éprouvette de 100 mL
- une éprouvette de 50 mL
- un cristalliseur rempli aux $\frac{3}{4}$ d'eau
- deux potences munies d'une pince
- deux supports élévateurs
- un erlenmeyer de 125 mL
- un tube à dégagement avec bouchon adapté à l'erlenmeyer
- un chronomètre
- un thermomètre
- une balance au centième de gramme
- un réglet
- une paire de ciseaux ou une pince coupante
- un chiffon
- un ordinateur avec tableur-grapheur
- une paire de lunettes de sécurité
- une paire de gants

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Élaboration de la démarche** (20 minutes conseillées)

On considère la réaction entre le magnésium solide et l'acide chlorhydrique.

1.1. Identification des paramètres

À l'aide des documents et du matériel à disposition, identifier trois paramètres *a priori* susceptibles de modifier l'évolution temporelle de cette réaction.

D'après les documents, ce sont la nature du magnésium (poudre ou ruban), la concentration molaire de l'acide chlorhydrique et la température du bain marie

1.2. Proposition d'une démarche à suivre

On désire mettre en œuvre le suivi cinétique de cette réaction à une température environ égale à 30°C au lieu de 20°C.

Proposer un protocole pour mettre en œuvre ce suivi.

Il faut mettre l'erenmeyer dans le bain-marie chauffé à 30°C. Suivre le protocole. Le port des gants, des lunettes et de la blouse est obligatoire pour des questions de sécurité

Proposer la démarche à suivre pour exploiter les résultats.

Tous les 5mL, relever les dates auxquelles de gaz supplémentaire sont formés. Les insérer dans un tableur puis tracer la courbe représentant l'évolution du volume de dihydrogène formé au cours du temps. A partir de celle-ci, relever le temps de demi-réaction.

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

2. Mise en œuvre de la démarche (20 minutes conseillées)

La masse linéique du magnésium en ruban vaut g.m⁻¹. Elle correspond à la masse d'une longueur d'un mètre de ce ruban.

Évaluer la longueur du ruban de magnésium à prélever pour obtenir une masse $m = 40$ mg de magnésium. Noter le calcul et la valeur ci-dessous.

Imaginons c'est 1,04 la masse linéaire. Donc pour 1 mètre il y a 1,04 g de magnésium. Donc pour obtenir 40 mg, on fait $40/1040 = 0.038$ mètres ou 3.8 centimètres

Mettre en œuvre la démarche validée dans la partie 1.2.

Noter les valeurs des mesures effectuées dans le tableau ci-dessous.

V_{gaz} (mL)	0	5	10							$V_{\text{final}} =$
t (s)	0									$t_{\text{final}} =$

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

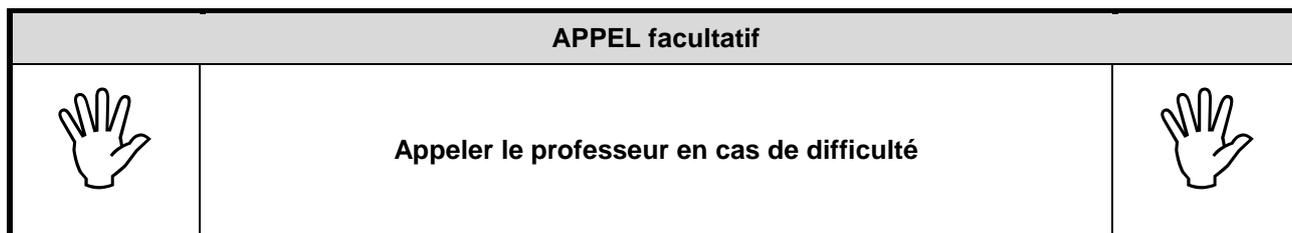
3. Exploitation des résultats (20 minutes conseillées)**3.1. Exploitation du suivi cinétique**

Évaluer les temps de demi-réaction à 20°C et à la température de l'expérience.

A 20°C le temps de demi-réaction est 120s. pour la température de l'expérience lire le volume final, le divisé par 2 e lire l'abscisse correspondante.

Proposer une conclusion à l'étude réalisée en lien avec le but de cette épreuve.

La température que nous avons changé au début de l'expérience a permis d'accélérer la réaction.



3.2. Comparaison du volume de dihydrogène obtenu avec un modèle théorique

Dans les conditions de l'expérience, le volume théorique de dihydrogène recueilli, lorsque la réaction est terminée, est donné par la relation :

$$V_{théorique} = \frac{m}{M} \cdot V_{molaire}$$

m : masse de magnésium mise en jeu

M : masse molaire du magnésium

$V_{molaire}$: volume molaire du dihydrogène gazeux dans les conditions expérimentales de pression et de température*

* le dihydrogène est à température ambiante comme l'eau du cristalliseur

Évaluer le volume théorique du dihydrogène et le comparer au volume expérimental obtenu V_{final} .

On donne : $écart\ relatif = \frac{|V_{théorique} - V_{final}|}{V_{théorique}}$

On lit le volume molaire grâce au graphique du document 2, ici à 30°C c'est 24,8 L/mol

Énoncer deux sources d'erreur qui permettraient de justifier un éventuel écart.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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