**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) ..... 10

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

| | |
|---|---|
| Tâches à réaliser par le candidat | Dans ce sujet, le candidat doit :<br>• identifier les paramètres ayant une influence sur l'évolution temporelle d'un système chimique ;<br>• mettre en œuvre une démarche consistant à suivre un protocole et à tracer une courbe à l'aide d'un logiciel tableur-grapheur ;<br>• exploiter les résultats obtenus et effectuer une comparaison entre la valeur théorique de volume de gaz obtenu et la valeur expérimentale. |
| Compétences évaluées<br>Coefficients respectifs | • Analyser (**ANA**) : coefficient **2**<br>• Réaliser (**RÉA**) : coefficient **2**<br>• Valider (**VAL**) : coefficient **2** |
| Préparation du poste de travail | Précautions de sécurité<br>• Le bain-marie est branché et en marche avant l'arrivée du candidat.<br><br>Avant le début des épreuves<br>• Remplir les cristallisoirs des paillasses candidats aux ¾ d'eau du robinet suffisamment longtemps à l'avance pour que l'eau soit à température ambiante.<br>• Régler la température des bains-marie à 30°C.<br>• 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.<br>Gestion des différents appels. | Minutage conseillé<br>• élaboration d'une démarche **(20 minutes)**<br>• mise en œuvre de la démarche **(20 minutes)**<br>• exploitation des résultats **(20 minutes)**<br><br>Il est prévu **2 appels obligatoires** et **un appel facultatif** de la part du candidat.<br>• Lors de **l'appel 1**, l'évaluateur vérifie la démarche proposée.<br>• Lors de **l'appel 2**, l'évaluateur vérifie les résultats expérimentaux obtenus à l'issue du suivi cinétique.<br>• Lors de **l'appel facultatif** l'évaluateur vient en aide au candidat si besoin.<br>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu. |
| Remarques | Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.<br>Autres remarques<br>• Décaper le morceau de magnésium fourni au candidat à l'aide d'un tampon assez doux.<br>• 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).<br>• 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 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 cristallisoir avec de l'eau et des glaçons
- une éprouvette de 100 mL
- une éprouvette de 50 mL
- un cristallisoir rempli aux ¾ 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 0,50 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'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur 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 collège » est autorisé.

**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.***

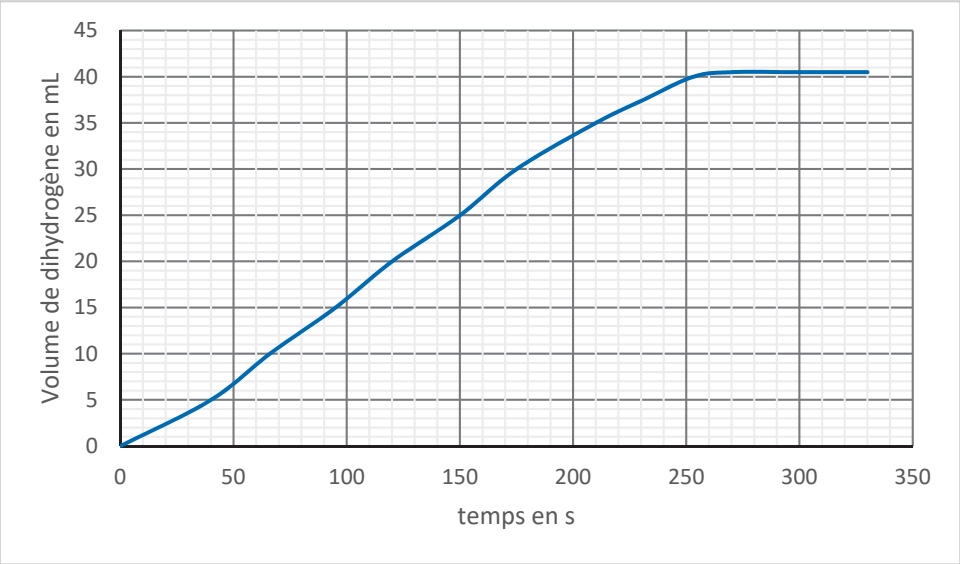
**DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**

**<u>Document 1</u> : 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 $H_2(g)$. L'équation de la réaction s'écrit :

$$Mg(s) + 2\,(H^+(aq) + Cl^-(aq)) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2(g) + 2\,Cl^-(aq)$$

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

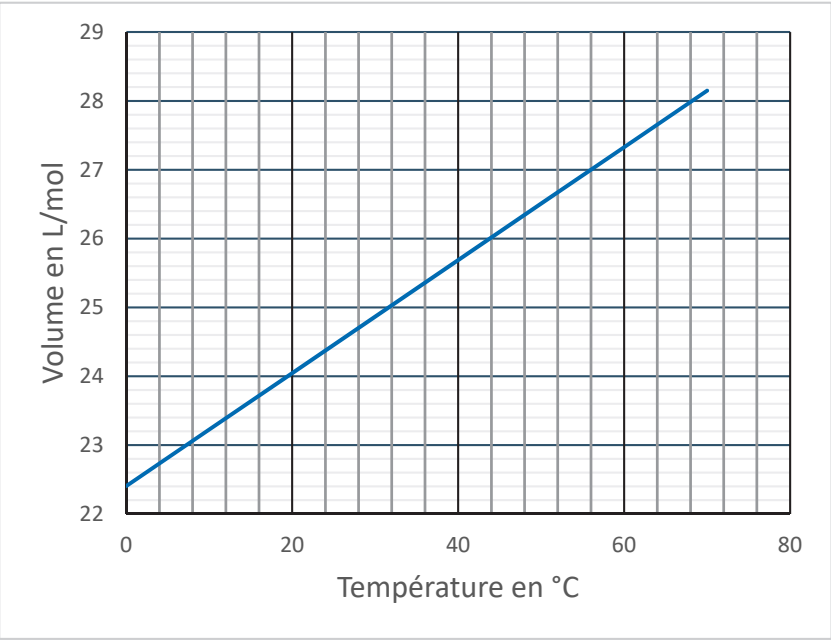



Conditions de l'expérience :

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

**<u>Document 2</u> : Volume d'un gaz et température**

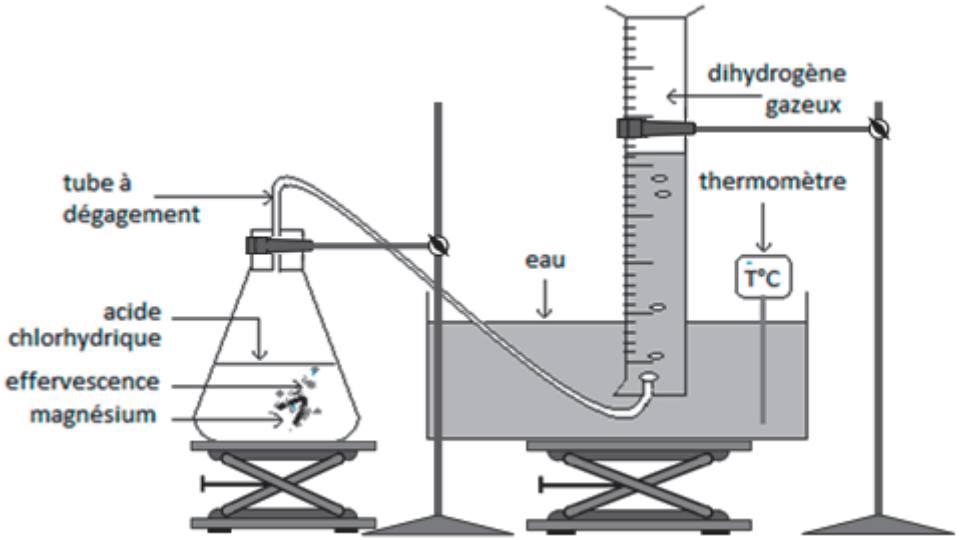
Courbe représentant l'évolution du volume molaire d'un gaz en fonction de sa température à la pression atmosphérique normale



**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 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 : $M$(Mg) = 24,3 g.mol$^{-1}$

| magnésium en ruban | acide chlorhydrique (concentration < 1mol.L$^{-1}$) |
|---|---|
|  port de gants et de lunettes |  port de gants et de lunettes |

**Matériel mis à disposition du candidat**

- 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 cristallisoir avec de l'eau et des glaçons
- une éprouvette de 100 mL
- une éprouvette de 50 mL
- un cristallisoir rempli aux ¾ 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.

……

……

……

……

……

……

**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.

……

……

……

……

……

……

……

Proposer la démarche à suivre pour exploiter les résultats.

……

……

……

……

……

……

……

| **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.

……

……

……

**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 | | | | | | | $V_{final}$ = |
| $t$ (s) | 0 | | | | | | | | | $t_{final}$ = |

| **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.

……

……

……

……

……

……

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

……

……

……

……

……

| **APPEL facultatif** | | |
|---|---|---|
|  | **Appeler le professeur en cas de difficulté** |  |

### 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 cristallisoir*

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

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

……

……

……

……

……

……

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

……

……

……

……

……

……

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