

**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 AU PERSONNEL DE LABORATOIRE ..... | 3 |
| III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....   | 4 |
| 1. Schématisation de l'expérience (10 minutes conseillées) .....                    | 7 |
| 2. Masse de cuivre déposé (10 minutes conseillées) .....                            | 8 |
| 3. Mise en œuvre du cuivrage d'une tige de graphite (30 minutes conseillées).....   | 8 |
| 4. Exploitation des résultats (10 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"> <li>proposer un protocole permettant de réaliser l'électrodéposition d'un métal (le cuivre) sur un objet en graphite en se basant sur un document expliquant la technique du chromage ;</li> <li>mettre en œuvre le protocole de cuivrage ;</li> <li>comparer la masse de métal déposé et la masse théorique attendue et commenter les résultats.</li> </ul>   |
| Compétences évaluées<br>Coefficients respectifs             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser (<b>ANA</b>) : coefficient <b>2</b></li> <li>Réaliser (<b>RÉA</b>) : coefficient <b>3</b></li> <li>Valider (<b>VAL</b>) : coefficient <b>1</b></li> </ul>  |
| Préparation du poste de travail                             | <p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le générateur, l'agitateur magnétique et le sèche-cheveux sont connectés au secteur avant l'arrivée du candidat.</li> </ul> <p><u>Prévoir aussi :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>de repérer la tige de graphite à cuivrer par le candidat en indiquant « <b>PIÈCE À CUIVRER</b> » et de la peser avant de réaliser le cuivrage.</li> </ul>  |
| Déroulement de l'épreuve.<br>Gestion des différents appels. | <p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schématisme de l'expérience à mettre en œuvre (<b>10 minutes</b>).</li> <li>Recherche du protocole pour déterminer la masse de cuivre (<b>10 minutes</b>).</li> <li>Mise en œuvre du cuivrage d'une tige de graphite et mesure de la masse de cuivre déposé (<b>30 minutes</b>).</li> <li>Calcul de la masse de cuivre déposé et exploitation des résultats (<b>10 minutes</b>).</li> </ul> <p><u>Il est prévu trois appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lors de l'<b>appel n°1</b>, l'examineur vérifie le schéma du montage de cuivrage.</li> <li>Lors de l'<b>appel n°2</b>, l'examineur valide le protocole concernant la détermination de la masse de cuivre déposé.</li> <li>Lors de l'<b>appel n°3</b>, l'examineur vérifie les branchements du montage et le déclenchement du chronomètre.</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p> |
| Remarques   | Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.   |

## II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AU PERSONNEL 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 »
- une fiole étiquetée «  $(\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$   $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  » contenant 200 mL de solution de sulfate de cuivre (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à  $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- une fiole étiquetée «  $(\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$   $0,010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  » contenant 200 mL de solution de sulfate de cuivre (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à  $0,010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- un générateur à choisir suivant le matériel à disposition : générateur de tension continue réglable ( $12 \text{ V} - 1 \text{ A}$ ) ou générateur de tension continue fixe ( $12 \text{ V}$ ) et un rhéostat de  $33 \Omega - 1 \text{ A}$  ou encore un générateur de courant adapté (en cas d'utilisation d'un rhéostat, indiquer les bornes à utiliser)
- un interrupteur
- un ampèremètre (calibre  $10 \text{ A}$ ) avec une indication de branchement (le courant doit sortir par la borne COM)
- un chronomètre
- une plaque de cuivre préalablement décapée
- une électrode de graphite, avec l'indication « **PIÈCE À CUIVRER** », préalablement pesée
- un dispositif sur support isolant pour maintenir les deux électrodes (cuivre et graphite) ou le cas échéant des pinces crocodiles
- un bécher en verre de 200 mL
- un agitateur magnétique et un barreau aimanté
- une éprouvette graduée de 200 ou 250 mL
- une balance au centigramme
- un sèche-cheveux électrique
- six fils électriques
- une pissette d'eau distillée

**Paillasse professeur**

- Prévoir une électrode qui aura été préalablement cuivrée dans les mêmes conditions que celles décrites dans le sujet, dans le cas où un candidat n'aurait pas réalisé le cuivrage. La masse de cette électrode avant le cuivrage devra alors être indiquée au candidat.

**Particularité du sujet, conseil de mise en œuvre**

- Les cuivrages de meilleure qualité sont obtenus avec la solution la plus concentrée en ions  $\text{Cu}^{2+}$ . Après  $\Delta t = 10$  minutes d'électrolyse avec la solution à  $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  en ion  $\text{Cu}^{2+}$  (et avec  $I = 1 \text{ A}$ ), on obtient une masse d'environ  $0,2 \text{ g}$  de cuivre déposé, conformément à l'attente théorique.

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **six** 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**

Certaines pièces automobiles, comme les pare-chocs ou les poignées de portière, sont réalisées en fibre de carbone. Par souci d'esthétisme, ces pièces sont parfois chromées afin de leur donner un aspect brillant.

Un chromage de bonne qualité ne peut se faire que sur une surface lisse, sans rayure ni piquûre, et parfaitement adhérente pour que la protection contre la corrosion soit efficace. Pour assurer cette adhérence, on procède en général à un **cuivrage préalable** du matériau.



***Le but de cette épreuve est de mettre en œuvre le recouvrement d'un objet par du cuivre et de comparer la masse réellement déposée à la masse attendue.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Protocole de dépôt de cuivre sur un support conducteur**

Le cuivrage est une technique qui consiste à réaliser l'électrodéposition de cuivre métallique (Cu) à la surface d'un objet, par le passage d'un courant électrique dans une solution dans laquelle l'objet est immergé.

- L'objet à cuivrer est relié à l'une des bornes d'un générateur électrique qui délivre une tension continue.
- L'autre borne du générateur électrique est reliée à une électrode de cuivre métallique.
- Ce circuit électrique est alors complété par un dispositif permettant de mesurer l'intensité du courant.
- Pour fermer le circuit électrique, les deux électrodes sont placées dans un récipient contenant une solution d'ions cuivre (II)  $\text{Cu}^{2+}$ .
- Plus la concentration en ions cuivre (II) est élevée, plus le dépôt est efficace.
- Une agitation en continu est nécessaire pour assurer l'homogénéité.

Lorsque le courant électrique circule, un dépôt de cuivre métallique (Cu) se forme à la surface de l'objet à cuivrer selon l'équation :  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$ .

**Document 2 : Détermination de la masse de métal déposé**

Pour vérifier l'efficacité de l'électrodéposition réalisée, on compare la masse  $m$  de métal réellement déposé et la masse théorique  $m_{\text{th}}$  attendue. Dans le cas du cuivre (Cu), cette masse théorique a pour

expression :  $m_{\text{th}} = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M_{\text{Cu}}}{2 \cdot F}$ , avec  $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

L'intensité  $I$  du courant électrique est exprimée en ampère (A).

La durée  $\Delta t$  de l'électrodéposition est exprimée en secondes (s).

**Document 3 : Mesure de l'intensité du courant dans un circuit**

Afin de mesurer l'intensité du courant dans un circuit, on utilise un multimètre en fonction ampèremètre, qu'on place en série dans le circuit.

**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une fiole étiquetée «  $(\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$   $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  » contenant 200 mL de solution de sulfate de cuivre (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à  $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- une fiole étiquetée «  $(\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$   $0,010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  » contenant 200 mL de solution de sulfate de cuivre (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à  $0,010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- un générateur de
- un interrupteur
- un ampèremètre
- un chronomètre
- une plaque de cuivre préalablement découpée
- une électrode de graphite, avec l'indication « **PIÈCE À CUIVRER** », préalablement pesée
- un dispositif sur support isolant pour maintenir les 2 électrodes (cuivre et graphite) ou le cas échéant des pinces crocodiles
- un bécher en verre de 200 mL
- un agitateur magnétique et un barreau aimanté
- une éprouvette graduée de 200 ou 250 mL
- une balance au centigramme
- un sèche-cheveux électrique
- six fils électriques
- une pissette d'eau distillée

**TRAVAIL À EFFECTUER****1. Schématisation de l'expérience** (10 minutes conseillées)

L'objet à chromer devant être préalablement cuivré, seule l'électrodéposition de cuivre sera étudiée.

Le recouvrement d'un objet par un métal a souvent lieu par électrodéposition. Le document 1 explique ce procédé ainsi que sa mise en œuvre dans le cas du cuivrage.

À partir du matériel mis à disposition, proposer un schéma, suffisamment légendé, d'un montage qui permette de déposer du cuivre métallique sur une tige de graphite.

Schéma du montage :

Justifier le choix des bornes du générateur auxquelles la tige de graphite et la plaque de cuivre sont respectivement branchées.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| APPEL n°1   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Appeler le professeur pour la vérification du schéma<br/>ou en cas de difficulté</b> |  |

**2. Masse de cuivre déposé** (10 minutes conseillées)

On souhaite déterminer la masse de cuivre déposé sur la tige de graphite.

Proposer un protocole simple pour déterminer cette masse le plus précisément possible.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| APPEL n°2  |  |  |
|--|--|--|
|  | <b>Appeler le professeur pour la validation du protocole<br/>ou en cas de difficulté</b> |  |

**3. Mise en œuvre du cuivrage d'une tige de graphite** (30 minutes conseillées)

Noter la masse initiale de l'électrode de graphite :  $m = \dots\dots\dots$

**Ne pas mettre en route le générateur avant vérification du montage par l'examineur.**

Faire le montage permettant le cuivrage conformément au schéma validé précédemment.

| APPEL n°3   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>Appeler le professeur pour la vérification du montage<br/>et le démarrage de la procédure de cuivrage ou en cas de difficulté</b> |  |

Pendant une durée  $\Delta t = 10$  minutes, en imposant une intensité du courant  $I$  comprise entre **0,5 et 1,0 A**, procéder au cuivrage de l'électrode de graphite.

Noter la valeur de l'intensité  $I$  mesurée et la durée de l'électrodéposition  $\Delta t$ .

$I = \dots\dots\dots$        $\Delta t = \dots\dots\dots$

**Pendant le cuivrage, traiter la partie 4 tout en surveillant le déroulement de l'expérience.**

Dès la fin du cuivrage, mettre en œuvre le protocole de détermination de la masse de cuivre déposé.

En déduire la masse de cuivre déposé expérimentalement :  $m_{\text{exp}} = \dots\dots\dots$

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

**4. Exploitation des résultats** (10 minutes conseillées)

À partir des informations fournies dans le document 2 et en tenant compte des paramètres expérimentaux ( $l$  et  $\Delta f$ ), calculer la masse théorique  $m_{th}$  de cuivre attendue (avec deux chiffres significatifs).

Comparer celle-ci avec la masse expérimentale  $m_{exp}$  de cuivre déposé.

Commenter les résultats obtenus (y compris dans le cas où la masse de cuivre réellement obtenue est égale à la masse théorique) en précisant quelques sources d'erreur liées à l'expérimentation.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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