BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** 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 DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

L'acier, alliage métallique constitué essentiellement de fer et de carbone, est très utilisé dans le domaine industriel.

Exposé à l'air ou à l'humidité, l'acier peut subir une corrosion conduisant à la transformation du métal fer en oxyde de fer. Apparaît alors sur l'acier un composé brun-orangé appelé rouille.

Une des solutions permettant de protéger l'acier des dégradations engendrées par l'environnement est de le recouvrir d'une fine couche de zinc. Ce dépôt de zinc peut se faire par électrozingage qui est un procédé électrochimique.

Le but de cette épreuve est de recouvrir une plaque de fer par du zinc par électrozingage et de vérifier l'utilité de cette protection.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Phénomène de corrosion

L'acier, constitué très majoritairement de fer, peut subir une dégradation appelée corrosion sous l'action du dioxygène de l'air et de l'humidité. Cette corrosion se traduit par la formation d'une couche de rouille constituée principalement d'oxyde de fer (III).

La réaction d'oxydoréduction qui traduit la première étape de la formation de cette rouille engage des ions ferreux (Fe^{2+}) et des ions hydroxydes (HO^-) selon l'équation :

$$2\ Fe(s) + O_2\ (dissous) + 2\ H_2O\ (\ell) = 2\ Fe^{2+}(aq) + 4\ HO^-(aq)$$

Électrozingage

L'électrozingage est un procédé qui permet de déposer par électrolyse une fine couche de zinc sur une structure métallique pour la protéger de la corrosion.
Dans le cadre de cette situation d'évaluation, on effectue un dépôt de zinc sur une plaque de fer.

Tests caractéristiques

Ion à tester	Réactif test	Observation
Ion fer II : $Fe^{2+}(aq)$	ion hexacyanoferrate (III) $[Fe(CN)_6]^{3-}$	Coloration bleue
Ion zinc : $Zn^{2+}(aq)$	ion hexacyanoferrate (III) $[Fe(CN)_6]^{3-}$	Précipité blanc

Données utiles

Métal	Couple rédox	Couleur
Fer	$Fe^{2+}_{(aq)}/Fe_{(s)}$	gris argenté
Zinc	$Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$	gris-bleuté à blanc

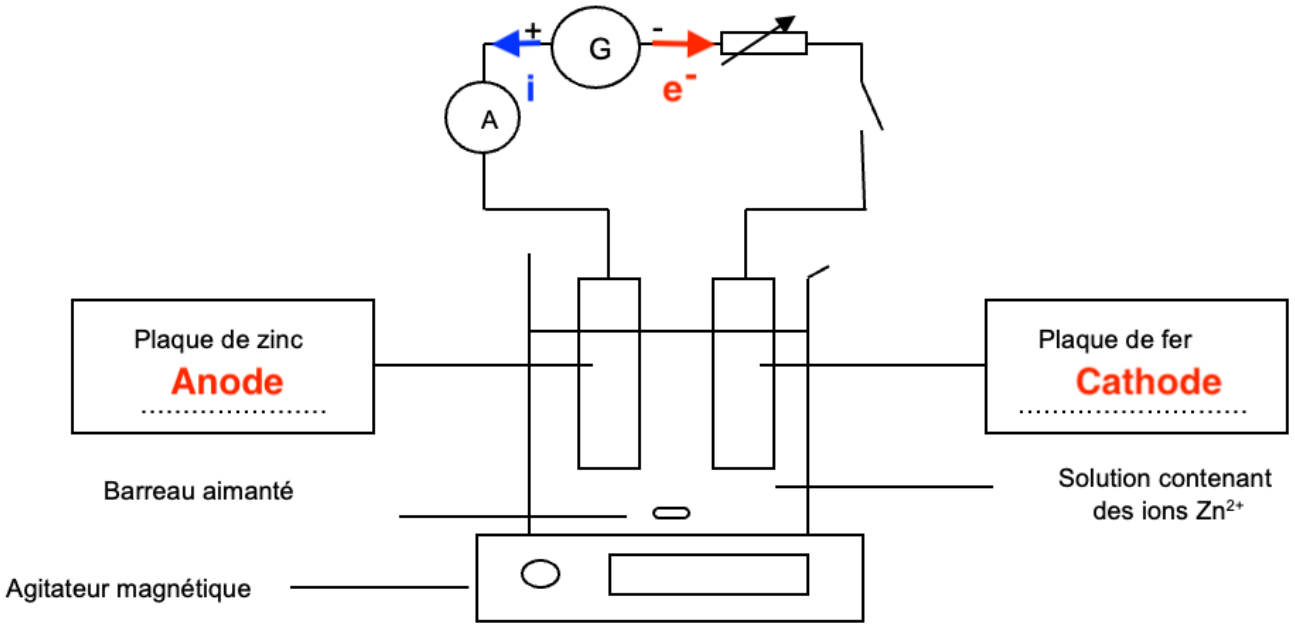
TRAVAIL À EFFECTUER

1. Mise en œuvre de l'électrozingage (30 minutes conseillées)

Mesurer précisément la masse initiale de chaque plaque. A faire expérimentalement.

$m_{Zn\ (initiale)}$ = …Valeur expérimentale….. $m_{Fe\ (initiale)}$ = …… Valeur expérimentale ….

Mettre en œuvre le montage proposé dans le schéma ci-dessous **sans le mettre sous tension.** A faire expérimentalement.
Le curseur du rhéostat doit être positionné sur la valeur maximale de sa résistance.



APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour la validation des pesées, la vérification du montage et la mise en œuvre de l'électrozingage ou en cas de difficulté	

Allumer l'agitateur magnétique et maintenir une agitation modérée. A faire expérimentalement.
Fermer l'interrupteur et, au même instant, déclencher le chronomètre. A faire expérimentalement.
À l'aide du rhéostat, régler l'intensité du courant à 0,70 A environ. Maintenir l'intensité *I* constante pendant toute la durée de l'électrozingage fixée à environ Δt = 20 minutes.

Noter la valeur de ces grandeurs : *I* = … Valeur expérimentale (0,70 A environ)
Δt = Valeur expérimentale (proche de 20 minutes)…

Tout en surveillant le déroulement de l'expérience, répondre aux questions suivantes.

1.1. Compléter le schéma du montage permettant l'électrozingage en indiquant :
- le sens conventionnel du courant électrique ; Le courant part de la borne positive de la pile vers la borne négative.
- le sens de déplacement des électrons dans les conducteurs métalliques ; Les électrons partent de la borne négative de la pile vers la borne positive.
- la plaque qui constitue l'anode et celle qui constitue la cathode. A l'anode à lieu l'oxydation (perte d'électrons soit l'électrode reliée à la borne positive de la pile donc la plaque de zinc) et à la cathode la réduction (gain d'électrons soit l'électrode reliée à la borne négative de la pile donc la plaque de fer)

1.2. Décrire le changement observé au niveau de la plaque de fer.

Au niveau de la plaque de fer les ions zinc se transforment en atome de zinc. La plaque de fer se recouvre de zinc.

1.3. À l'aide des informations mises à disposition, écrire et nommer les demi-équations électroniques des réactions qui se produisent à l'anode et à la cathode. Indiquer en indice les notations suivantes : A pour anode et C pour cathode.

Anode : $Zn_{(s)A} = Zn^{2+}_{(s)A} + 2e^-$

Cathode : $Zn^{2+}_{(s)C} + 2e^- = Zn_{(s)C}$

2. Masse de zinc déposée (20 minutes conseillées)

2.1. Compte-tenu des paramètres expérimentaux, de la relation littérale proposée ci-dessous et des informations fournies, déterminer la valeur théorique de la masse de zinc notée m_{th} déposée sur la plaque de fer.

$$m_{th} = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M_{Zn}}{2 \cdot F}$$

Constante de Faraday : $F = 9{,}6 \times 10^4$ C·mol^{-1} *et* $M_{Zn} = 65{,}4$ g·mol^{-1}.

L'intensité I du courant électrique est exprimée en ampères.

La durée Δt de l'électrozingage est exprimée en secondes.

La masse théorique de zinc déposée est exprimée en grammes.

$m_{th} = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M_{Zn}}{2 \cdot F} = \frac{0{,}70 \times 20 \times 60 \times 65{,}4}{2 \times 9{,}6 \times 10^4} = 0{,}29\ g$

Au bout de 20 minutes, ouvrir le circuit et récupérer délicatement les deux plaques. **Les sécher à l'aide d'un sèche-cheveu en veillant à conserver entièrement le dépôt.**

2.2. Peser chaque plaque et vérifier la cohérence de la réponse donnée à la question 1.3.

$m_{Zn\ (finale)}$ = … Valeur expérimentale $m_{Fe\ (finale)}$ =… Valeur expérimentale

Pour être cohérent avec la réponse donnée à la question 1.3, la masse de la plaque de zinc a diminuée et la masse de la plaque de fer a augmentée.

2.3. En déduire la valeur de la masse expérimentale de zinc déposé sur la plaque de fer notée m_{exp}.

$m_{exp} = m_{Fe\ (finale)} - m_{Fe\ (initiale)}$
m_{exp} = Valeur expérimentale trouvée à la question 1– Valeur expérimentale trouvée à la question 2.2

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

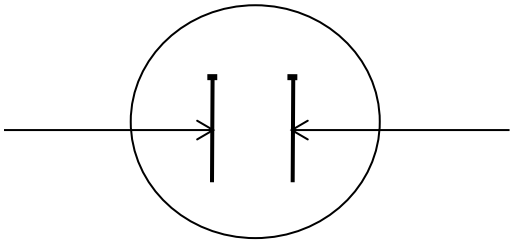
2.4. Comparer la valeur de la masse expérimentale de zinc m_{exp} à celle déterminée théoriquement m_{th} et proposer au moins une explication à un éventuel écart entre les deux masses.

On doit trouver $m_{exp} = m_{th}$.
Explication à un éventuel écart entre les deux masses : l'intensité n'est pas constante pendant toute la durée de l'expérience.

3. Utilité de la couche protectrice de zinc (10 minutes conseillées)

3.1. Dans la boîte de Pétri mise à disposition se trouvent deux clous. L'un est en acier recouvert de zinc et l'autre est en acier non recouvert.
À l'aide des données utiles, identifier chaque clou en complétant le schéma ci-dessous en précisant : « clou en acier recouvert de zinc » et « clou en acier non recouvert ».

clou en acier non recouvert



clou en acier recouvert de zinc

Le clou en acier non recouvert est de couleur gris argenté. Le clou en acier recouvert de zinc est de couleur gris-bleuté à blanc.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour l'identification de chaque clou et la justification de votre réponse ou en cas de difficulté	

3.2. Verser dans la boîte de Pétri contenant les deux clous mentionnés une solution aqueuse gélifiante dans laquelle du hexacyanoferrate de potassium a été préalablement dissout.

Noter les observations au niveau de chaque clou puis, à l'aide des informations mises à disposition, justifier l'utilité de la couche protectrice de zinc.

Au niveau du clou en acier non recouvert on observe une coloration bleue : le fer s'est oxydé en ion fer.
Au niveau du clou en acier recouvert de zinc on observe aucune coloration ou précipité : le zinc ne s'est pas transformé en ion zinc et le fer est protégé de de la corrosion par cette couche de zinc.
Ainsi, on remarque que la couche protectrice de zinc à protégé le fer de de la corrosion.

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