

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'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur 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

Omniprésent dans l'industrie, le fer est notamment utilisé pour construire des bateaux. Cependant, à l'air libre, en présence d'humidité, il subit une oxydation en formant de la rouille. Afin d'y remédier, une des méthodes est de le préserver grâce au principe de « l'anode sacrificielle » : cette méthode consiste à oxyder un métal plus réducteur afin de protéger le fer.

Le but de cette épreuve est de choisir parmi deux métaux celui qui pourrait être utilisé comme anode sacrificielle pour un bateau et de déterminer au bout de combien de temps il faudrait changer cette anode.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**Capacité électrique et durée de fonctionnement**

La capacité électrique est la charge électrique maximale que peut fournir une pile. Cette capacité peut être calculée grâce à la relation :

$$Q = n_e \cdot F$$

Avec :

Q : charge électrique maximale que peut fournir la pile, exprimée en Coulombs (C)

n_e : quantité de matière d'électrons en moles (mol)

F : constante de Faraday ; $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

La durée maximale de fonctionnement d'une pile peut être calculée à partir de la relation :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Avec :

I : intensité du courant circulant à l'extérieur de la pile en Ampères (A), supposée constante

Q : charge électrique maximale que peut fournir la pile, exprimée en Coulombs (C)

Δt : durée maximale de fonctionnement de la pile en secondes (s)

Données utiles

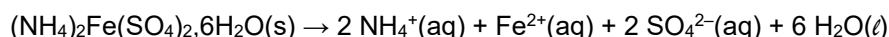
Masses molaires : du zinc : $M_{\text{Zn}} = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

du fer : $M_{\text{Fe}} = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

du sel de Mohr hydraté : $M_{\text{sel de Mohr}} = 392,18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Préparation d'une solution d'ions fer II (20 minutes conseillées)**

Le sel de Mohr est un solide ionique hydraté de formule chimique $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. L'équation de dissolution du sel de Mohr dans l'eau s'écrit :



On souhaite préparer 100,0 mL d'une solution contenant des ions Fe^{2+} à la concentration $[\text{Fe}^{2+}] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à partir de sel de Mohr solide.

À l'aide du matériel et des informations mises à disposition, proposer un protocole de préparation de la solution contenant des ions Fe^{2+} .

Il s'agit d'une dissolution.

$$n = C \times V \Rightarrow m = C \times V \times M$$

$$m = \frac{m}{n}$$

$$m = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 100,0 \cdot 10^{-3} \times 392,18 = 0,39 \text{ g}$$

Protocole: 1) À l'aide d'une balance et d'une spatule, peser une masse $m = 0,39 \text{ g}$ de cristaux de sel de Mohr.

2) Introduire ces cristaux dans une fiole jaugée de 100 mL.

3) Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et homogénéiser la solution.

4) Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et homogénéiser.

APPEL n°1



Appeler le professeur pour lui présenter le protocole
ou en cas de difficulté



Mettre en œuvre le protocole.

2. Étude des piles cuivre-fer et fer-zinc (20 minutes conseillées)

On souhaite réaliser une pile à base de cuivre (Cu^{2+}/Cu) et de fer (Fe^{2+}/Fe) dont le schéma du montage est donné ci-dessous. Légender ce schéma.

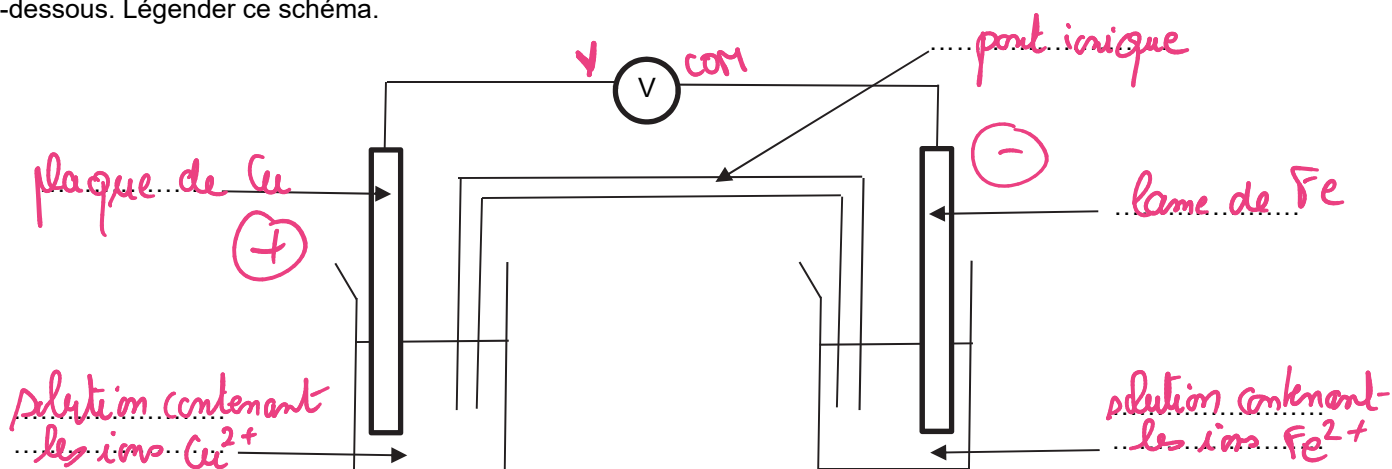


Schéma du montage d'une pile cuivre-fer

Mettre en œuvre le montage en utilisant les solutions à disposition, dont la solution préparée dans la partie 1, les lames de métal et les différents éléments mis à disposition.

Mesurer la tension à vide de la pile.

Tension à vide = **V**

Placer le voltmètre en dérivation
Utiliser les bornes **V**
et **COM**

En déduire la polarité de la pile en justifiant la réponse.

$E_{\text{Cu-Zn}} > 0$; Cu est relié à la borne **V** et Fe est relié à la borne **COM**.
Lire une valeur positive
Utiliser le calibre 2V

Lame de Cu: **(+)**

Lame de Fe: **(-)**

APPEL n°2



Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou
en cas de difficulté



On souhaite maintenant réaliser une pile à base de zinc (Zn^{2+}/Zn) et de fer (Fe^{2+}/Fe) dont le schéma du montage est donné ci-dessous.

Légèder ce schéma.

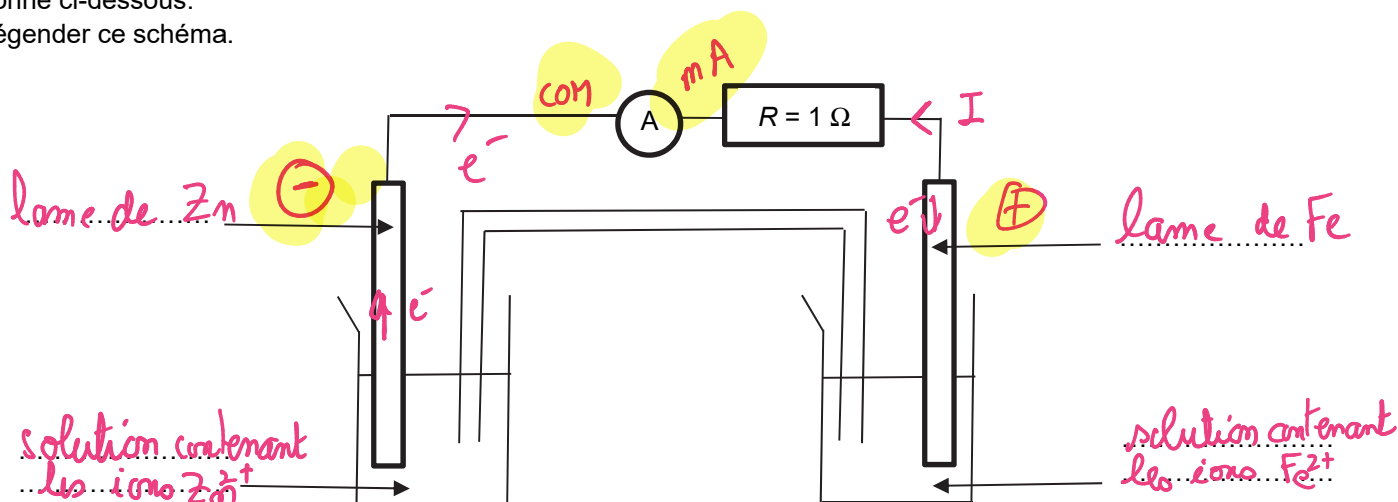


Schéma du montage d'une pile fer-zinc

Mettre en œuvre le montage et mesurer l'intensité I du courant électrique circulant à l'extérieur de la pile.

$I = \dots \text{mA}$

Indiquer sur le schéma le sens de déplacement des électrons et le sens du courant électrique. Justifier brièvement.

Placer l'ampèremètre en série avec la résistance. Utiliser les bornes mA et com du multimètre et le calibre 200 mA. (changer si nécessaire). Assurez-vous de lire une valeur positive. Le courant entre dans la borne mA et ressortira par la borne com. Le courant circule du Fe vers le Zn.

Écrire les demi-équations puis l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile.

$\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ oxydation : Anode
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ réduction : cathode
 Borne ⊕ : plaque Fe
 Borne ⊖ : plaque Zn

3. Anode sacrificielle et temps d'utilisation (20 minutes conseillées)

À partir des deux piles réalisées ci-dessus, indiquer dans quel cas le métal fer est consommé et en déduire le métal à choisir pour protéger le fer qui est utilisé pour fabriquer un bateau, afin qu'il se corrode le moins possible. Justifier.

Pile Fe/Cu : le fer est la borne négative ; il est oxydé
 $\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$

Pile Fe/Zn : le fer est la borne ⊕, c'est le zinc qui est la borne négative ; $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$, Zn est donc oxydé.

Pour protéger le fer de la corrosion ; il faudra donc utiliser le zinc ; celui-ci sera oxydé à la place du fer.

La méthode dite de l'« anode sacrificielle » consiste à oxyder un métal plus réducteur que le fer afin de protéger ce dernier. Justifier l'expression « anode sacrificielle ».

On parle d'anode sacrificielle car l'oxydation du métal a lieu à l'anode et par ailleurs le métal le plus réducteur (Zn) sera oxydé et on évitera ainsi la corrosion du Fe. Le Zn n'est "sacrifié"; il subit l'oxydation à la place du fer.

L'anode envisagée a une masse de $m_{\text{anode}} = 10,0 \text{ kg}$. Il est recommandé de la changer lorsqu'elle a perdu la moitié de sa masse.

À partir de la valeur de l'intensité mesurée I , estimer la durée de vie de cette anode sacrificielle. Commenter le résultat obtenu.

Question Révisée:
$$\left. \begin{aligned} Q &= I \times \Delta t \\ Q &= n(e^-) \times F \end{aligned} \right\} \Delta t = \frac{n(e^-) \times F}{I} =$$

or $n(e^-) = 2 \times x_{\text{max}} = 2 \times x_{\text{max}}$; $m(\text{Zn})_{\text{disp}} = x_{\text{max}} = \frac{m_{\text{Zn}}}{\eta(\text{Zn})}$ $m_{\text{Zn}} = 500 \text{ kg}$

$$\Delta t = \frac{2 \times \frac{m_{\text{Zn}}}{\eta} \times F}{I}$$

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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

Δt sera élevée, solution intéressante pour la protection du métal Fe de la coque de bateau.