

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

EXERCICE 3 : 5 points

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE 3 : Traitement de surface d'une pièce de jeu d'échecs

1. Préparation du bain d'anodisation sulfurique

Q1.

L'acide sulfurique est un acide très corrosif.

Les précautions à prendre lors de la manipulation de l'acide sulfurique sont :

- Porter des gants, des lunettes et une blouse pour éviter les contacts avec la peau et les yeux.
- En cas de dilution : verser l'acide dans l'eau et pas l'inverse.

Q2.

$$c_m = \frac{m}{V}$$

$$\frac{m}{V} = c_m$$

$$m = c_m \times V$$

$$m = 180 \times 500,0 \times 10^{-3}$$

$$m = 90 \text{ g}$$

La masse d'acide sulfurique à peser est de 90 g.

2. Anodisation de la pièce de jeu d'échecs

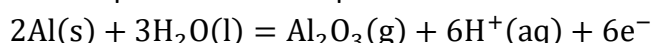
Q3.

Lors d'une électrolyse, la transformation est une réaction d'oxydoréduction forcée, car elle est provoquée par un apport d'énergie électrique.

Q4.

Couple oxydant/réducteur associé à l'alumine : $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) / \text{Al}(\text{s})$

Demi-équation électronique modélisant la transformation électrochimique de l'aluminium en alumine,



L'aluminium perd des électrons (oxydation), donc la pièce de jeu d'échecs à traiter constitue l'anode de l'électrolyse.

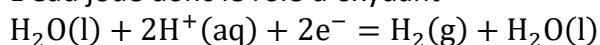
Q5.

Couples oxydant/réducteur de l'eau : $\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$ et $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

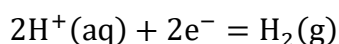
Remarque : le sujet nous donne le couple oxydant/réducteur de l'eau $\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$. Or dans ce couple il n'y a pas l'eau ! Il doit s'agir du couple $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) / \text{H}_2(\text{g})$

La cathode est le siège de la réduction de l'eau.

L'eau joue donc le rôle d'oxydant



Ce qui revient à :

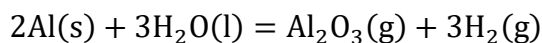
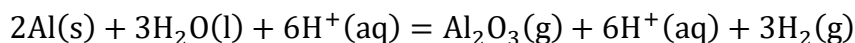
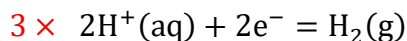
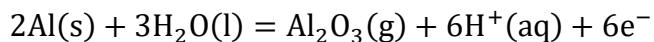


(On comprend le couple donné $\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$ au vu de cette demi équation)

Cette réaction à la cathode produit du dihydrogène $\text{H}_2(\text{g})$ qui est un gaz.

C'est ce qui explique l'observation d'un dégagement gazeux au niveau de l'électrode en graphite.

Q6.



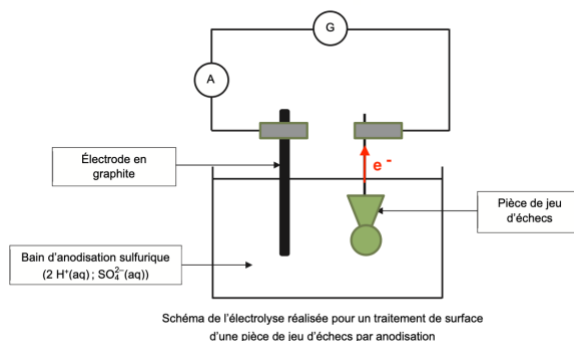
Q7.

Sens de déplacement des électrons : la pièce de jeu d'échecs à traiter en aluminium perd des électrons (Question Q4). Les électrons partent de la pièce de jeu d'échecs à traiter en aluminium.

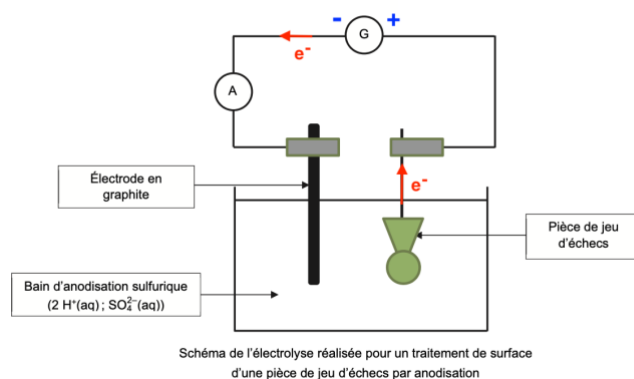
Bornes + et – du générateur : Les électrons partent de la pièce de jeu d'échecs à traiter en aluminium, ils se dirigent vers la borne positive du générateur. De plus au niveau de l'électrode en graphite, des électrons sont consommés ils partent de la borne négative du générateur vers l'électrode en graphite.

Sens de déplacement des cations $\text{H}^+\text{(aq)}$ et des anions $\text{SO}_4^{2-}\text{(aq)}$ dans la solution entre les électrodes. Les cations $\text{H}^+\text{(aq)}$ se transforment en dihydrogène $\text{H}_2\text{(g)}$ au niveau de l'électrode en graphite. Les cations $\text{H}^+\text{(aq)}$ se déplacent donc vers l'électrode en graphite. Les anions $\text{SO}_4^{2-}\text{(aq)}$ se déplacent donc vers la pièce de jeu d'échecs.

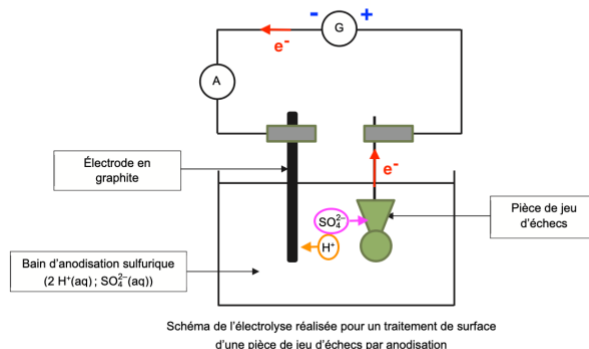
ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

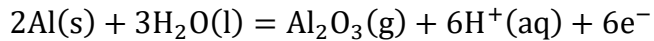


Q8.

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)}$$

$$\frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = n(\text{Al}_2\text{O}_3)$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = n(\text{Al}_2\text{O}_3) \times M(\text{Al}_2\text{O}_3)$$



D'après la demi-équation électronique modélisant la transformation électrochimique de l'aluminium en alumine :

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{e}^-)}{6}$$

D'où

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{e}^-)}{6} \times M(\text{Al}_2\text{O}_3)$$

Or

$$Q = n(\text{e}^-) \times F$$

$$n(\text{e}^-) \times F = Q$$

$$n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F}$$

D'où

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{\frac{Q}{F}}{6} \times M(\text{Al}_2\text{O}_3)$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{Q}{6 \times F} \times M(\text{Al}_2\text{O}_3)$$

Or

$$Q = I \times \Delta t$$

D'où

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{I \times \Delta t}{6 \times F} \times M(\text{Al}_2\text{O}_3)$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{0,55 \times 40 \times 60}{6 \times 96\,500} \times 102$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,23 \text{ g}$$

La masse théorique d'alumine $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ produite sur la pièce de jeu d'échecs au cours de cette électrolyse est de 0,23 g.

3. Coloration de la pièce de jeu d'échecs

Q9.

D'après l'énoncé « lors de la coloration, les pigments de couleur se fixent dans les pores à condition d'avoir une épaisseur d'alumine d'au moins 15 μm . ».

Calculons l'épaisseur d'alumine formé :

$$V = S \times e$$

$$S \times e = V$$

$$e = \frac{V}{S}$$

Or

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho \times V = m$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

D'où

$$e = \frac{\frac{m}{\rho}}{S}$$

$$e = \frac{m}{\rho \times S}$$

$$e = \frac{0,23}{3,97 \times 25}$$

$$e = 2,5 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$e = 2,5 \times 10^{-3} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$e = 2,5 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$e = 2,5 \times 10^{-5} \times 10^6 \text{ } \mu\text{m}$$

$$e = 25 \text{ } \mu\text{m}$$

L'épaisseur formée de 25 μm est supérieure au minimum de 15 μm nécessaire à la coloration de la pièce de jeu d'échecs.

Ainsi, la coloration de la pièce de jeu d'échecs est possible suite à l'anodisation sulfurique.

Q10.

L'épaisseur de la couche d'alumine est en réalité voisine de 19 μm .

La masse réelle d'alumine produite est :

$$\rho = \frac{m_{\text{experimentale}}}{V}$$

$$\frac{m_{\text{experimentale}}}{V} = \rho$$

$$m_{\text{experimentale}} = \rho \times V$$

Or

$$V = S \times e$$

D'où

$$m_{\text{experimentale}} = \rho \times S \times e$$

$$m_{\text{experimentale}} = 3,97 \times 25 \times 19 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{experimentale}} = 0,19 \text{ g}$$

Calculons le rendement réel de cette anodisation :

$$\eta = \frac{m_{\text{experimentale}}}{m_{\text{theorique}}}$$

$$\eta = \frac{0,19}{0,23}$$

$$\eta = 0,83$$

$$\eta = 83\%$$

Le rendement est de 83%.