

ECE : Protection du fer par recouvrement

DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION

Document 1 : Electrozingage du fer

Dans les pays industrialisés, le coût annuel de la corrosion de l'acier est estimé à une valeur comprise entre 2,5 à 4 % du produit national brut (PNB) soit, pour la France, de l'ordre de 500 EUR par habitant.

La protection de l'acier par un revêtement de zinc, qui constitue la principale utilisation du zinc, est appelée zingage. Cette protection peut être réalisée selon divers procédés, ceux-ci étant dans l'ordre décroissant d'importance :

- la galvanisation à chaud, qui consiste à immerger l'acier dans un bain de zinc fondu. Les produits formés sont dits galvanisés ;
- le zingage électrolytique, ou électrozingage, réalisé par électrolyse d'une solution contenant des ions Zn^{2+} . Les produits formés sont dits électrozingués ; ce dernier procédé constitue une solution économique lorsque le nombre de pièces à traiter est faible.

L'électrolyte est une solution aqueuse à base de chlorure de zinc en présence de divers additifs qui améliorent la qualité du dépôt (ici du chlorure d'ammonium).

Document 2 : Protocole de dépôt d'un métal sur un support conducteur

L'électrozingage est une technique qui consiste à réaliser l'électrodéposition de zinc métallique (Zn) 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 protéger est relié à la borne négative d'un générateur électrique qui délivre une tension continue.

La borne positive du générateur électrique est reliée à une électrode constituée du métal protecteur.

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 (bêcher par exemple) contenant une solution d'ions zinc (II) Zn^{2+} .

Plus la concentration en ions zinc est élevée, plus le dépôt est efficace.

Une agitation en continue sera nécessaire pour assurer l'homogénéité.

Document 3 : Charge électrique mise en jeu pendant une électrolyse

► Lors d'une électrolyse, lorsque le générateur débite un courant d'intensité constante I pendant la durée Δt , une charge électrique (ou quantité d'électricité) Q traverse l'électrolyseur :

$$Q = I \cdot \Delta t$$

Q en coulomb (C) I en ampère (A) Δt en seconde (s)

► Cette charge électrique Q est égale à la valeur absolue de la charge totale des électrons échangés aux électrodes. Si, pendant la durée Δt , il est échangé une quantité $n(e^-)$ d'électrons, alors :

$$Q = n(e^-) \cdot N_A \cdot e = n(e^-) \cdot F$$

où N_A est la constante d'Avogadro, $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

e est la charge élémentaire, $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$;

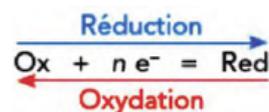
F est le faraday, $F = N_A \times e = 9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Le faraday est la valeur absolue de la charge d'une mole d'électrons.

Document 4 : Des données utiles !

- Espèces chimiques présente lors de l'électrolyse : Zn^{2+} , SO_4^{2-} et H_2O
- Couples Ox/Red : $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})$, $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})/\text{H}_2(\text{g})$
- Charge élémentaire: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Faraday : $F = 9,6 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Masses molaires : $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M(\text{ZnSO}_4) = 161,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse volumique du zinc : $\rho = 7,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

On rappelle le lien entre l'oxydant et le réducteur d'un couple :



Document 5 : Matériel

- une fiole étiquetée « $(\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$ à $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ » contenant 200 mL de solution de sulfate de zinc (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- une fiole étiquetée « $(\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$ à $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ » contenant 200 mL de solution de sulfate de zinc (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- un générateur de tension continue réglable ($12 \text{ V} - 1 \text{ A}$) ou le cas échéant un générateur de tension continue fixe (12 V) et un rhéostat de $33 \Omega - 1 \text{ A}$ ou un générateur de courant adapté (en cas d'utilisation d'un rhéostat, indiquer les bornes à utiliser) ;
- un interrupteur ;
- un ampèremètre (calibre 1 A) avec une indication de branchement
- un chronomètre ;
- une plaque de zinc préalablement décapée ;
- une électrode de fer « **PIÈCE À zinguer** » pré-pesée;
- un dispositif sur support isolant pour maintenir les 2 électrodes (Fer et zinc) 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 A EFFECTUER**1- Proposition d'un protocole expérimental (30 minutes conseillées)**

L'objet à protéger devant être préalablement décapé, faite le à l'aide d'une paille de fer.

Proposer un schéma de montage (suffisamment légendé) pour déposer du protéger une plaque de fer à partir du matériel mis à votre disposition.

(Réalisez un schéma (une demi page) électrique et indiquez le sens de déplacement du courant et des électrons dans les fils, des ions dans la solution 3) et notez sur le schéma ces 2 réactions se produisant aux électrodes.)



Ecrire la demi-équation de la réaction électrochimique associée à chaque électrode (une pour l'anode, une pour la cathode), en supposant que le seul couple oxydant/réducteur qui intervient est $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$.

.....

.....

.....

.....

.....

Paillasse candidats :

- une fiole étiquetée « $(\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$ à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ » contenant 200 mL de solution de sulfate de zinc (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$;
- une fiole étiquetée « $(\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}))$ à $0,010 \text{ mol.L}^{-1}$ » contenant 200 mL de solution de sulfate de zinc (II) de concentration molaire en soluté apporté égale à $0,010 \text{ mol.L}^{-1}$;
- un générateur de tension continue réglable ($12 \text{ V} - 1 \text{ A}$) ou le cas échéant un générateur de tension continue fixe (12 V) et un rhéostat de $33 \Omega - 1 \text{ A}$ ou un générateur de courant adapté (en cas d'utilisation d'un rhéostat, indiquer les bornes à utiliser) ;
- un interrupteur ;
- un ampèremètre (calibre 1 A) avec une indication de branchement (le courant doit sortir par la borne COM)
- un chronomètre ;
- une plaque de zinc préalablement décapée ;
- une électrode de fer « **PIÈCE À zinguer** » pré-pesée (masse à indiquer au candidat) ;
- un dispositif sur support isolant pour maintenir les 2 électrodes (Fer et zinc) 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.