

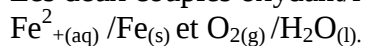
Exercice 1 (D'après bac STL Biotechnologie Martinique Juin 2013)

Votre oncle fait aussi appel à vous pour l'entretien de son bateau. D'une part, il ne sait comment choisir un produit d'entretien pour enlever des taches de résine. D'autre part, il constate que sa coque est abîmée car il n'a pas su prévenir l'apparition de rouille.

1. Comment prévenir l'apparition de rouille ?

La coque du bateau de votre oncle est fabriquée en acier (constitué essentiellement de fer). Au contact de l'eau de mer, le fer peut être oxydé par le dioxygène dissous à l'interface air-eau salée.

Les deux couples oxydant/réducteur qui interviennent sont alors :



Les questions 1.1, 1.2, 1.3. et 1.4, sont indépendantes les unes des autres.

1.1 Principe de la protection mise en place

a. Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction dans le sens où elles se produisent, en supposant que le milieu est acide. Pour chaque demi-équation, préciser si elle traduit une oxydation ou une réduction.

b. Écrire l'équation de la réaction de corrosion, c'est-à-dire la réaction qui traduit l'attaque du fer par le dioxygène.

c. Afin de protéger la coque du bateau, un métal plus réducteur que le fer, ici le zinc, est fixé en différents endroits de la coque. Le zinc subit une oxydation. Cette méthode porte le nom « d'anode sacrificielle ». Justifier ce terme.

1.2 Validité d'une information trouvée sur un forum

Après une année en mer, votre oncle constate que la protection qu'il a installée est insuffisante. Vous devez donc l'aider à déterminer la masse de zinc à fixer pour préserver la coque durant une année entière. Le document (B4) est tiré d'un forum de discussion sur le thème de l'entretien d'un bateau. Par prudence, vous cherchez à vérifier la justesse de ces propos.

Données : Masse molaire atomique du zinc $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$

1 faraday vaut $96,5 \times 10^3$ coulombs.

Couple oxydant/réducteur du zinc : $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) / \text{Zn}(\text{s})$

a. Écrire la demi-équation d'oxydation du zinc, puis démontrer que la quantité d'électricité Q que peut libérer une masse d'un kilogramme de zinc vaut $2,95 \times 10^6 \text{ C}$.

b. Sachant que 1 Ah vaut 3600 C, montrer que l'information fournie par le document (B4) est fausse.

1.3 Vérification expérimentale

Vous souhaitez confirmer votre conclusion en réalisant une expérience. Pour cela, vous fabriquez une pile rudimentaire en trempant une plaque de zinc et une plaque de fer dans une solution d'acide sulfurique. Vous mesurez à l'aide d'un ampèremètre numérique l'intensité I du courant débité par la pile entre les deux plaques. Puis, avec une balance, vous déterminez la perte de masse m^2 de la plaque de zinc au bout d'une durée Δt . Vos résultats sont consignés dans le document (B5).

a. À partir des unités des grandeurs mises en jeu, établir la relation entre la capacité W du zinc et les grandeurs I , m_2 et Δt .

La capacité W correspond dans notre expérience à la quantité d'électricité que peut fournir un kilogramme de zinc.

b. Montrer que d'après vos résultats expérimentaux, la valeur de la capacité W est égale à 811 Ah.kg^{-1} .

Vous souhaitez estimer l'incertitude de votre mesurage.

c. À l'aide des documents (B6) et (B8), déterminer l'incertitude Δm sur la valeur de m_2 .

d. À l'aide des documents (B7) et (B8), montrer que l'incertitude ΔI sur la valeur de I vaut 0,005 A.

e. À l'aide de la formule suivante, estimez l'incertitude ΔW de votre mesurage.

$$\left(\frac{\Delta W}{W}\right)^2 = \left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m}{m_2}\right)^2$$

f. Exprimer alors le résultat de votre mesurage sous la forme $W \pm \Delta W$. La vérification expérimentale et le calcul effectué à la question 1.2.b. sont-ils concordants ?

1.4 À la recherche de la masse de zinc à placer sur la coque

a. La surface immergée S de la coque est de l'ordre de 20 m². Déterminer à l'aide du document (B9) le courant nécessaire pour assurer la protection de la coque.

b. Rappeler la relation entre le courant d'intensité I débité par une pile pendant une durée Δt et la quantité d'électricité disponible Q .

c. Déterminer la durée de protection (en jour) assurée par 1 kg de zinc. On prendra $W = 820 \text{ Ah.kg}^{-1}$.

d. En déduire la masse de zinc à fixer sur la coque pour assurer une protection durant une année.

« ...Pour estimer la masse de zinc à fixer sur ma coque, je suis partie du fait que la capacité W du zinc pur est de 460 Ah/kg.... »

B4 – Extrait du forum

Annexe B : Perfectionnement de l'entretien du bateau

m_2	0,370 g
Δt	120 min
I	0,150 A

B5 – Résultats expérimentaux

Caractéristiques

Marque	
Modèle	NB-300
Portée	300 g
Précision	0,01 g
Affichage	LCD 15 mm. 6 digits
Dimensions du plateau	Ø 120 mm
Autres fonctions	Fonction impression. Sortie RS232. Capteur de pesée protégé contre les surcharges. Batterie 9V (autonomie 50 H).
Alimentation	Adaptateur secteur (fourni)
Dimensions	180 x 220 x 85 mm
Matériau du plateau	Acier inox

B6 – Extrait de la notice de la balance

Caractéristiques

Caractéristiques techniques : Gamme de mesure : $\pm (0,000 \text{ à } 1,999) \text{ A continu}$ ($0,070 \text{ à } 1,999) \text{ A efficaces}$. Résolution : 1 mA. Précision : $\pm (2 \% VL^* + 1 UR^*)$ en continu $\pm (2 \% VL^* + 4 UR^*)$ en alternatif Protection : dispositif réarmable automatiquement (pouvoir de coupure 16 A / 230 V) Tension de service : 50 V continu ou 30 V efficaces Alimentation : pile 9V 6F22 (fournie) Dimensions : 100 x 100 x 40 mm. * VL : Valeur Lue - * UR : Unité de Résolution

B7 – Extrait de la notice de l'ampèremètre

-Instrument de mesure analogique

$$\Delta M = 0,58 \times (\text{valeur d'une graduation})$$

-Instrument de mesure numérique

$$\Delta M = 1,16 \times (\text{précision constructeur})$$

B8 – Extrait d'un glossaire de Sciences physiques

Le besoin en courant de protection d'une coque acier en eau de mer côtière est d'environ 20 mA/m² de surface mouillée [cs x longueur flottaison x (largeur + tirant d'eau)] avec $0.6 < cs < 1$ selon la forme de la coque. Il est environ 10 fois inférieur avec une coque aluminium.

B9 – Extrait d'un livret sur la protection de la coque des navires