

COMMENT PROTÉGER LA COQUE D'UN BATEAU DE LA CORROSION ?

Questions préalables

- Demi-équation de l'oxydation du fer métallique : $\text{Fe(s)} = \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$
- D'après le **document 2**, seuls les métaux dont le potentiel rédox standard est inférieur à celui du fer peuvent protéger le fer. D'après le tableau du **document 2**, il s'agit donc du zinc, de l'aluminium et du magnésium qui, s'ils sont placés en contact avec le fer, s'oxyderont à la place du fer et protégeront donc ce dernier.

On parle alors d'anode « sacrificielle » car les atomes de métal sont oxydés (perte d'électrons) donc transformés en leurs ions métalliques qui sont dissous dans l'eau.

Au niveau de ces métaux protecteurs, il se produit donc une oxydation ; or l'électrode à laquelle se produit l'oxydation est l'anode. L'emploi du terme « anode » sacrificielle est donc bien opportun ici.

Problème

► Exprimons la masse de zinc consommée en une année :

Comme $n_{\text{Zn}} = \frac{m_{\text{Zn}}}{M_{\text{Zn}}}$, on a $m_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}} \cdot M_{\text{Zn}}$

Or, d'après la demi-équation d'oxydation du zinc : $\text{Zn(s)} = \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$, on obtient la relation suivante : $n_{\text{Zn}} = \frac{n(\text{e}^-)}{2}$ donc $m_{\text{Zn}} = \frac{n(\text{e}^-)}{2} \cdot M_{\text{Zn}}$

► Exprimons la quantité de matière d'électrons :

La charge électrique totale Q échangée au cours de la réaction est telle que $Q = n(\text{e}^-) \cdot q$ où $n(\text{e}^-)$ est la quantité de matière d'électrons libérés par l'oxydation du zinc.

On obtient donc $n(\text{e}^-) = \frac{Q}{q}$ et donc $m_{\text{Zn}} = \frac{Q}{2 \cdot q} \cdot M_{\text{Zn}}$

Or, d'après le **document 3**, $I = \frac{Q}{\Delta t}$ soit $Q = I \cdot \Delta t$ et d'après la définition et les unités de la densité de courant j , on a aussi $j = \frac{I}{S}$ soit $I = j \cdot S$. Il en résulte que $Q = j \cdot S \cdot \Delta t$

► Exprimons la masse de l'anode sacrificielle pour une année de protection :

D'après les calculs précédents, on obtient l'expression de la masse de zinc consommée en une année :

$$m_{\text{Zn}} = \frac{Q}{2 \cdot q} \cdot M_{\text{Zn}} = \frac{j \cdot S \cdot \Delta t}{2 \cdot q} \cdot M_{\text{Zn}}$$

Or il faut remplacer l'anode sacrificielle lorsqu'elle a perdu la moitié de sa masse. Donc la masse de l'anode sacrificielle m_{anode} doit être le double de la masse de zinc consommée, soit

$$m_{\text{anode}} = 2 \cdot m_{\text{Zn}} = 2 \cdot \frac{j \cdot S \cdot \Delta t}{2 \cdot q} \cdot M_{\text{Zn}} = \frac{j \cdot S \cdot \Delta t}{q} \cdot M_{\text{Zn}}$$

► Calculons la masse de l'anode sacrificielle pour une année de protection :

$$m_{\text{anode}} = \frac{j \cdot S \cdot \Delta t}{q} \cdot M_{\text{Zn}} = \frac{0,10 \times 40 \times (365 \times 24 \times 3600)}{9,65 \cdot 10^4} \times 65,4 = 8,5 \cdot 10^4 \text{ g} = 85 \text{ kg}$$

► Regard critique sur le résultat :

Cette masse semble très importante au regard de la taille de l'anode présentée sur la photo en début d'énoncé. Il faut donc sans doute répartir plusieurs masselottes de zinc (dont la masse totale sera celle calculée ci-dessus, soit 85 kg) sur la coque du bateau.