Spécialité : Chimie et modélisme

Bac S 2015 Antilles-Guyane rattrapage (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

Q Questions préalables. Recopier et compléter le schéma du document 3 : représenter la cuve à électrolyse et les électrodes, en précisant sur quelle électrode se trouvent les quatre bras à anodiser.

L'anodisation est l'oxydation de l'aluminium des bras : $2\,Al + 3\,H_2O \longrightarrow Al_2O_3 + 6\,H^+ + 6\,e^-$.

Une oxydation se produit à l'**anode**. Les électrons cédés par l'aluminium quittent cette électrode par le fil : ils sont attirés par la borne $+$ du générateur. Les quatre bras, reliés entre eux, constituent donc l'électrode branchée à la borne $+$.

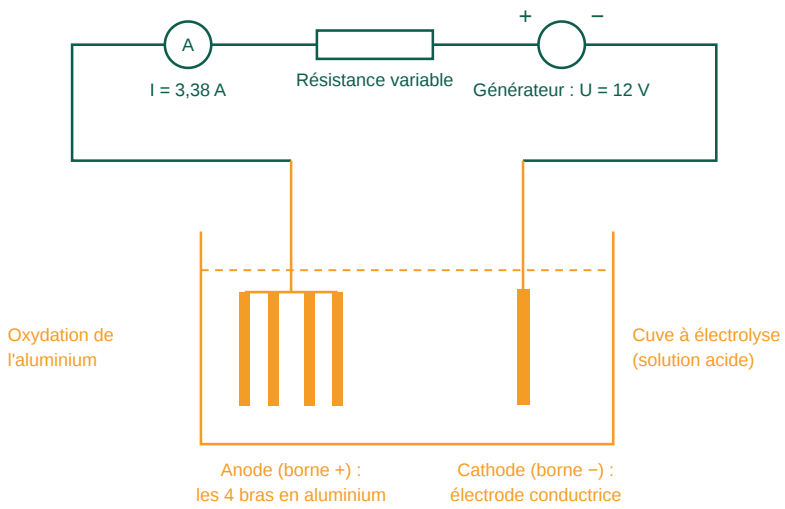
L'autre électrode, reliée à la borne $-$, reçoit les électrons du générateur : c'est la **cathode**, où les ions oxonium sont réduits, $2\,H_3O^+ + 2\,e^- \longrightarrow H_2 + 2\,H_2O$.

Les deux électrodes plongent dans la cuve contenant la solution acide ; les bras sont totalement immergés.

Les quatre bras forment l'anode, reliée à la borne $+$ du générateur (schéma ci-contre).

PIÈGE
Raisonner comme pour une pile. Dans une électrolyse, le générateur impose le sens du courant : l'anode est reliée à sa borne $+$, la cathode à sa borne $-$.

MÉTHODE
Anode = oxydation, cathode = réduction, toujours. Repérer la demi-équation qui concerne la pièce à traiter, puis suivre les électrons dans les fils : ils vont de l'anode vers la borne $+$.



Q · Document 3 complété : montage d'anodisation des quatre bras

P Problème. Déterminer la durée de l'électrolyse qui permettra au modéliste de protéger au mieux les quatre bras de son drone.

Données utiles $\rho(Al_2O_3) = 3{,}97\ g\cdot cm^{-3}$; $M(Al) = 27\ g\cdot mol^{-1}$; $M(O) = 16\ g\cdot mol^{-1}$; charge d'une mole d'électrons : $96\,500$ C ; $I = 3{,}38$ A (document 3) ; bras : $L = 320$ mm, section carrée ; dépôt de 10 à 20 µm

Objectif. La protection est la meilleure pour la couche la plus épaisse permise par le procédé : $e = 20\ \mu m = 20\times10^{-4}$ cm.

Aire à recouvrir. Sur le schéma à l'échelle 1/2, la largeur du bras mesure 0,6 cm (pour une longueur dessinée de 16,0 cm, soit bien 320 mm en réalité). Le côté de la section carrée vaut donc $a = 2\times0{,}6 = 1{,}2$ cm.

Un bras est un pavé plein, entièrement immergé : 4 faces rectangulaires et 2 faces carrées.

$$S_1 = 4\,a\,L + 2\,a^2 = 4\times1{,}2\times32{,}0 + 2\times1{,}2^2 = 156\ cm^2$$

Pour les quatre bras : $S = 4\,S_1 = 626\ cm^2$.

Masse et quantité d'alumine. La couche étant très mince, son volume est $V = S\,e$.

$$m = \rho\,S\,e = 3{,}97\times626\times20\times10^{-4} = 4{,}97\ g$$

$M(Al_2O_3) = 2\times27 + 3\times16 = 102\ g\cdot mol^{-1}$, d'où $n(Al_2O_3) = \dfrac{m}{M} = \dfrac{4{,}97}{102} = 4{,}87\times10^{-2}$ mol.

Charge nécessaire. D'après la demi-équation d'oxydation, la formation d'une mole d'alumine libère 6 moles d'électrons : $n(e^-) = 6\,n(Al_2O_3) = 0{,}292$ mol.

$$Q = n(e^-)\times96\,500 = 2{,}82\times10^4\ C$$

Durée. On suppose que tout le courant sert à oxyder l'aluminium, avec I constante. Comme $Q = I\,\Delta t$:

$$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{6\,\rho\,S\,e\times96\,500}{M(Al_2O_3)\,I} = \frac{6\times3{,}97\times626\times20\times10^{-4}\times96\,500}{102\times3{,}38}$$

$\Delta t = 8{,}3\times10^3$ s, soit environ 2,3 h (2 h 20 min) d'électrolyse.

Cette durée de l'ordre de deux heures est réaliste pour un amateur. Les trous sont percés après l'anodisation et la couche naturelle (quelques nanomètres) est négligeable devant 20 µm.

PIÈGE
Les unités : ρ est en $g\cdot cm^{-3}$, donc S en cm^2 et e en cm ($1\ \mu m = 10^{-4}$ cm). Oublier l'échelle 1/2, le facteur 6 ou les quatre bras fausse tout le résultat.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs seulement : le côté a, mesuré sur le schéma, et l'épaisseur e n'en ont que deux. On garde les valeurs non arrondies dans la calculatrice jusqu'au résultat final.

MÉTHODE
Remonter du but aux données : épaisseur → volume → masse → quantité d'alumine → quantité d'électrons → charge → durée. Établir l'expression littérale complète avant le calcul limite les erreurs d'arrondi.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$4\times1.2\times32.0 + 2\times1.2^2 \approx 156.48$

$4\times156.48 \approx 625.92$

$3.97\times625.92\times20\times10^{-4} \approx 4.969805$

$\dfrac{6\times3.97\times625.92\times20\times10^{-4}\times96\,500}{102\times3.38} \approx 8346.435$

$\dfrac{8346}{3600} \approx 2.318333$