

Exercice 21 p 171 :

a- Puissance électrique reçue par la cellule d'électrolyse :

$$P_e = U \times I = 4,5 \times 100 \times 10^3$$

$$P_e = 4,5 \times 10^5 \text{ W}$$

b- Puissance dissipée par effet Joule :

La loi de fonctionnement d'un électrolyseur est $U = E + rI$

Donc on en déduit que la puissance reçue par l'électrolyseur vaut :

$$P_e = U \times I = (E + rI) \times I = E \times I + R \times I^2 = P_C + P_J$$

Avec $P_C = E \times I$, la puissance électrique convertie en énergie chimique

et $P_J = R \times I^2$, la puissance dissipée par effet Joule.

On en déduit alors que $P_J = P_e - P_C = U \times I - E \times I = (U - E) \times I$

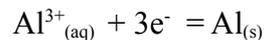
$$\text{AN : } P_J = (4,5 - 2,1) \times 100 \times 10^3 = 2,4 \times 10^5 \text{ W}$$

c- Calcul de la proportion d'énergie électrique convertie en énergie chimique :

$$\text{On } \frac{P_C}{P_e} = \frac{E \times I}{U \times I} = \frac{U}{E} = \frac{2,1}{4,5} = 0,47 = 47 \%$$

d- quantité d'électricité nécessaire pour obtenir une mole d'aluminium :

Demi-équation rédox de la formation de l'aluminium :



état initial $n_0 \quad n_e \quad 0$

état final $n_0 - x \quad n_e - 3x \quad x$

A l'état final on veut $n_{\text{Al}} = x = 1 \text{ mol}$.

Soit $n_e = 3x = 3 \text{ mol}$.

D'après le nombre d'Avogadro, on sait que dans une mole d'électrons on a $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ électrons.

Ce qui représente une charge électrique Q telle que :

$$Q = 3 \times N_A \times e$$

$$Q = 3 \times 6,02 \times 10^{23} \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$Q = 2,9 \times 10^5 \text{ C}$$

e- Durée nécessaire à l'obtention d'une tonne d'aluminium :

$$\text{On sait que } I = \frac{q}{\Delta t} \quad \text{donc on a } \Delta t = \frac{Q'}{I}$$

Calculons maintenant la quantité d'électricité Q' nécessaire à l'obtention d'une tonne d'aluminium :

Soit Q la quantité d'électricité nécessaire à l'obtention d'une mole, on a alors :

$$Q' = n \times Q = \frac{m}{M} \times Q$$

$$\text{D'où } \Delta t = \frac{Q \times m}{I \times M}$$

$$\text{AN : } \Delta t = \frac{2,9 \times 10^5 \times 10^6}{100 \times 10^3 \times 27,0} \quad \Delta t = 1,1 \times 10^5 \text{ s soit environ 30 heures}$$

f- Puissance électrique nécessaire au fonctionnement de l'usine :

$$P = 150 \times P_e = 150 \times 4,5 \times 10^5 = 6,75 \times 10^7 \text{ W} = 67,5 \text{ MW}$$

Un électrolyseur produit 1 tonne d'aluminium en $1,1 \times 10^5 \text{ s}$. Donc en une journée soit 86400s, chaque

$$\text{électrolyseur produit } x = \frac{86400 \times 1}{1,1 \times 10^5} = 0,78 \text{ tonne .}$$

Sachant qu'il y a 150 électrolyseurs, cela représente une production journalière de $150 \times 0,78 = 117$ tonnes.