

ELECTRÓLISIS / CORROSIÓN

EJERCICIO 13

Se quiere producir en un mismo proceso electrolítico industrial como mínimo 2 t/día de NaOH y 1,4 t/día de Cl₂, para abastecer una planta de tratamiento de pulpa de madera.

- ¿Qué sistema electrolítico se requiere? Escribir las ecuaciones: anódica, catódica y molecular de la reacción. Esquema de una celda para este sistema.
- Calcular el volumen mínimo de solución 6 M de electrolito que se requiere (suponiendo un rendimiento de 67%), la intensidad media de la corriente y la masa excedente de uno de los productos.
- Calcular los volúmenes de gases que se desprenden en CNPT.

DATOS

- Proceso electrolítico
- NaOH 2 t/día
- Cl₂ 1,4 t/día
- Rendimiento 67%

Determinar



INCOGNITAS

- Sistema electrolítico.
- Ecuaciones anódica, catódica y molecular
- Esquema de la celda.
- Volumen de solución de electrolito 6 M.
- Intensidad media de corriente.
- Masa excedente de uno de los productos.
- Volúmenes de los gases en CNPT.

Sistema electrolítico

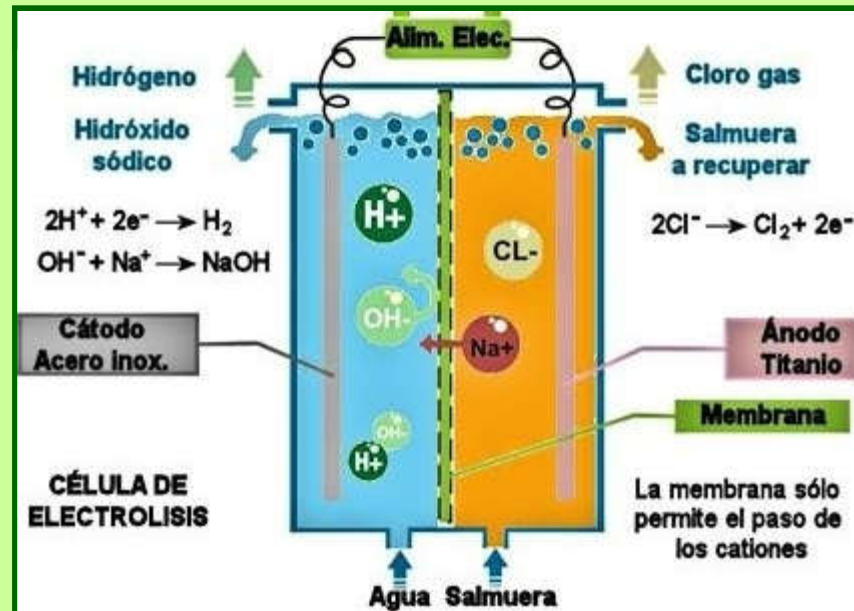
SE REQUIERE REALIZAR UNA ELECTRÓLISIS DE UNA SOLUCIÓN ACUOSA CONCENTRADA DE CLORURO DE SODIO

TRES MÉTODOS INDUSTRIALES

En celda con cátodo de mercurio

En celda con diafragma

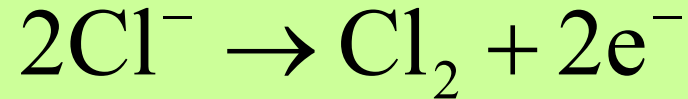
En celda con membrana



La membrana sólo permite el pasaje de agua y de cationes

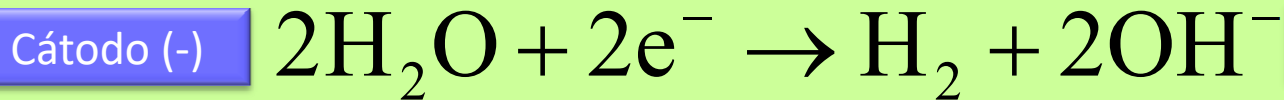
Semi-reacciones, reacción iónica global y reacción molecular global

Ánodo (+)

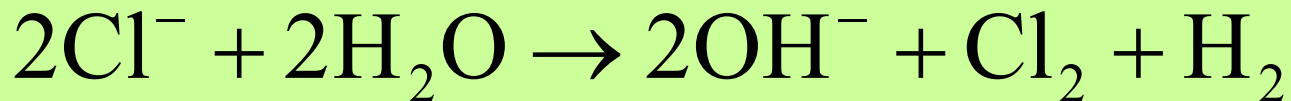


Hemi-reacción anódica

Cátodo (-)

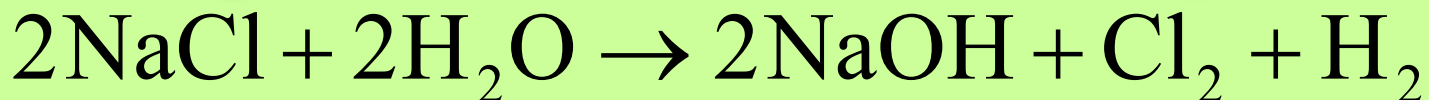


Hemi-reacción catódica



Reacción iónica global

Reacción molecular global



Volumen de electrolito

Cálculo de la masa molar del NaCl \rightarrow $\text{mol}_{\text{Na}} + \text{mol}_{\text{Cl}} = \text{mol}_{\text{NaCl}} = 23,0\text{g} + 35,5\text{g} = 58,5\text{g}$

Cálculo de la masa molar del NaOH \rightarrow $\text{mol}_{\text{Na}} + \text{mol}_{\text{O}} + \text{mol}_{\text{H}} = \text{mol}_{\text{NaOH}} = 23,0\text{g} + 16,0\text{g} + 1,0 = 40,0\text{g}$

La estequiometría de la reacción indica que por cada mol de NaCl se forma un mol de NaOH

40,0 g de NaOH $\frac{\quad}{\quad}$ 58,5 g de NaCl
 2×10^6 g de NaOH $\frac{\quad}{\quad}$ $2,925 \times 10^6$ g de NaCl

El rendimiento es del 67%

$2,925 \times 10^6$ g de NaCl $\times 100/67 = 4,366 \times 10^6$ g de NaCl

La solución de NaCl empleada es 6 M (351 g/L)

351 g de NaCl $\frac{\quad}{\quad}$ 1 L de solución de NaCl
 $4,366 \times 10^6$ g de NaCl $\frac{\quad}{\quad}$ 12438 L de solución de NaCl

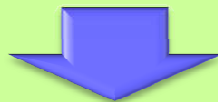
Volumen de solución
6 M requerido por día

Intensidad media de corriente

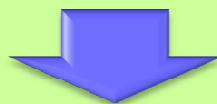
La estequiometría de la reacción indica que por cada mol (40,0 g) de NaOH se requieren 96500 C

$$\begin{array}{l} 40,0 \text{ g de NaOH} \quad \text{_____} \quad 96500 \text{ C} \\ 2 \times 10^6 \text{ g de NaOH} \quad \text{_____} \quad 4,825 \times 10^6 \text{ C} \end{array}$$

Intensidad de corriente



Para el cálculo de la corriente se supone que su eficiencia es del 100%, lo que implica asumir que el 67% de rendimiento de la reacción no se debe la formación de productos secundarios por vía electrolítica.



$$\begin{array}{l} \text{Intensidad de corriente} \longleftarrow i = \frac{q}{t} \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Carga} \\ \text{Tiempo} \end{array} \quad \Rightarrow \quad i = \frac{4,825 \times 10^9 \text{ C}}{24 \times 3600 \text{ s}} = 55845 \text{ A} \end{array}$$

Intensidad media de corriente

Exceso de gas cloro

La estequiometría de la reacción indica que por cada mol (40,0 g) de NaOH se forma un mol de Cl₂ (71,0 g)



$$1,775 \times 10^6 \text{ g de Cl}_2 - 1,400 \times 10^6 \text{ g de Cl}_2 = 375000 \text{ g Cl}_2 = 375 \text{ kg Cl}_2$$

Exceso de gas cloro por día

Volúmenes de gases

La estequiometría de la reacción indica que por cada mol (40,0 g) de NaOH se forma un mol de Cl₂ y un mol de H₂

$$n = \frac{m}{m_{\text{molar}}} \Rightarrow n_{\text{Cl}_2} = \frac{1,775 \times 10^6 \text{ g}}{71 \text{ g/mol}} = 25000 \text{ mol} \quad V = 25000 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol} = 56000 \text{ L}$$

$$V_{\text{Cl}_2} = V_{\text{H}_2} = 56000 \text{ L}$$

Volumen de gas cloro y de gas hidrógeno por día en CNPT

RESPUESTAS

Sistema electrolítico

Electrólisis de solución acuosa de NaCl

Semi-reacción anódica



Semi-reacción catódica



Reacción molecular global



Volumen de solución 6 M de NaCl

12438 L

Intensidad media de corriente

55845 A

Exceso de gas cloro

375 kg

Volúmenes de gases Cl_2 y H_2 en CNPT

56000 L de c/u