

A környezeti higanyszennyezéshez az is nagymértékben hozzájárult, hogy a **nátrium-kloridoldat elektrolízise** során nagy mennyiségben használtak higanyt. Mára már szerencsére visszaszorult ennek alkalmazása. Az eljárás során 1200 kg szilárd nátrium-kloridot 3,600 m³ vízben feloldottak, majd higanykatódot alkalmazva, 2500 A áramerősséggel elektrolizáltak. Az elektrolízis során 240,1 m³ 25,00 °C-os, standard légköri nyomású klórgáz keletkezett. (A klórgáznak az oldatban történő részleges elnyelődésétől tekintünk el.) A víz sűrűsége 1,000 g/cm³, Ar(H) = 1,000; Ar(O) = 16,00; Ar(Na) = 23,00; Ar(Cl) = 35,50; F = 96500 C/mol

- Írja fel a nátrium-klorid-oldat higanykatódos elektrolízise során a katódon és anódon lejátszódó részfolyamatok egyenletét!
- Írja fel a nátrium-hidroxid előállításának reakcióegyenletét az elektrolízist követő lépésben!
- Hány tömegszázalékos az elektrolízishez használt, kiindulási nátrium-klorid-oldat?
- Mekkora térfogatú 50,00 tömegszázalékos, 1,530 g/cm³ sűrűségű nátrium-hidroxidoldatot nyerhetünk az elektrolízist követő lépésben?
- A legkorszerűbb eljárást alkalmazva a higanykibocsátás 2,0000 g/1000 kg termelt klór. Mennyi higany került a környezetbe a fenti folyamat során?
- Mennyi ideig tartott az elektrolízis?

(2016. október)

Megoldás: (15 pont)

- katód: $\text{Na}^+ + \text{e}^- = \text{Na}$ ($\text{Na}^+ + \text{e}^- (+\text{Hg}) = \text{Na}(\text{Hg})$) *1 pont*
 anód: $\text{Cl}^- = 0,5 \text{Cl}_2 + \text{e}^-$ *1 pont*
- $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + 0,5 \text{H}_2$ ($\text{Na}(\text{Hg}) + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + 0,5 \text{H}_2 + \text{Hg}$) *1 pont*
- $V(\text{víz}) = 3,600 \text{ m}^3 = 3600 \text{ dm}^3$, $m(\text{víz}) = V \cdot \rho = 3600 \text{ dm}^3 \cdot 1,000 \text{ kg/dm}^3 = 3600 \text{ kg}$
 $m(\text{oldat}) = 3600 \text{ kg} + 1200 \text{ kg} = 4800 \text{ kg}$ *1 pont*
 tömegszázalékos összetétel: $(1200 \text{ kg} / 4800 \text{ kg}) \cdot 100 = \mathbf{25,00 \%}$ *1 pont*
- Az elektrolízis során keletkezett klór:
 $n(\text{Cl}_2) = (240,1 \cdot 1000 \text{ dm}^3) / (24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}) = 9800 \text{ mol}$ *1 pont*
 A katódon levált nátrium: $n(\text{Na}) = 19600 \text{ mol}$,
 a keletkezett NaOH: $n(\text{NaOH}) = 19600 \text{ mol}$ *1 pont*
- $M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g/mol}$, $m(\text{NaOH}) = 19600 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 784 \text{ kg}$ *1 pont*
 $m(\text{NaOH-oldat}) = 784 \text{ kg} / 0,5 = 1568 \text{ kg}$ *1 pont*
 $V(\text{NaOH-oldat}) = 1568 \text{ kg} / 1,53 \text{ g/cm}^3 = 1025 \text{ dm}^3 = \mathbf{1,025 \text{ m}^3}$ *1 pont*
- $n(\text{Cl}_2) = 9800 \text{ mol}$,
 $m(\text{Cl}_2) = 9800 \text{ mol} \cdot 71,0 \text{ g/mol} = 695800 \text{ g} = 0,6958 \text{ tonna}$ *1 pont*
 A kibocsátott higany: $m(\text{Hg}) = 0,6958 \cdot 2,00 \text{ g} = \mathbf{1,392 \text{ g}}$ *1 pont*
- az elektrolízis során az elektronátmenet: $n(\text{e}^-) = 19600 \text{ mol}$ *1 pont*
 $Q = n(\text{e}^-) \cdot F = 19600 \text{ mol} \cdot 96500 \text{ C/mol} = 1,8914 \cdot 10^9 \text{ C}$ *1 pont*
 $t = Q/I = 1,8914 \cdot 10^9 \text{ C} / 2500 \text{ A} = 756560 \text{ s} = \mathbf{210,1 \text{ h}}$ *1 pont*