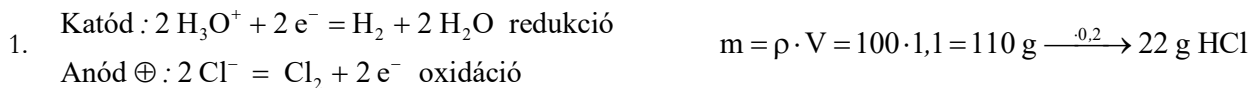


## Elektrokémia megoldások:



Tegyük fel, hogy x g HCl távozik az oldatból: Oldat tömege: (110-x) o. a. tömege: (22-x)

$$\frac{22-x}{110-x} = 0,1 \quad x = 12,22 \text{ g HCl} \xrightarrow{+36,5} 0,3348 \text{ mol HCl}$$

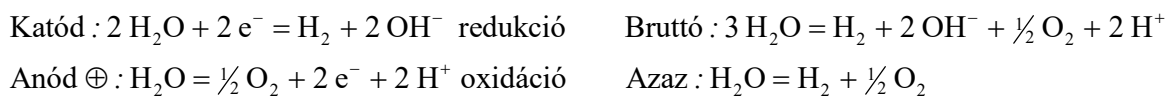
$$\frac{0,3348}{2} = 0,16743 \text{ mol H}_2 \text{ ill. ugyanennyi Cl}_2 \text{ fejlődik}$$

$$0,16743 \xrightarrow{-24,5} 4,1 \text{ dm}^3 \text{ H}_2 \text{ ill. ugyanennyi Cl}_2 \text{ fejlődik}$$

$$\text{Az oldat tömege : } 110 - 12,22 = 97,8 \text{ g lett} \xrightarrow{+1,05} 93,1 \text{ cm}^3$$

Az oldat térfogata  $6,9 \text{ cm}^3$  -rel csökkent.

2. 100 g 10 tömeg%-os oldatban 10 g az oldott anyag



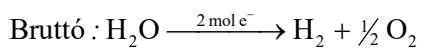
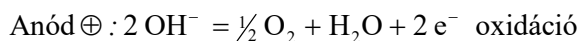
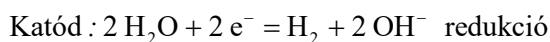
1 mol vízből 1,5 mol durranógáz lett.

$$147 \text{ dm}^3 / 24,5 = 6 \text{ mol durranógáz} \xrightarrow{+1,5} 4 \text{ mol vízből lett.}$$

$$4 \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 72 \text{ g víz bomlott el. Oldat tömege : } 28 \text{ g O.a tömege : } 10 \text{ g}$$

$$\frac{10}{28} \cdot 100 = 35,7 \text{ tömeg\% - os lett az oldat.}$$

3. Az oldatban vízbontás történik, NaOH-ra nézve töményedik az oldat, pH nő.



$$180 \text{ dm}^3 \text{ durranógáz} \xrightarrow{+24,5} 7,347 \text{ mol} \xrightarrow{+1,5} 4,9 \text{ mol vízből keletkezett}$$

$$4,9 \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 88,16 \text{ g H}_2\text{O}$$

Tegyük fel, hogy volt x g NaOH-oldat, benne 0,05x g az oldott anyag. 88,167 g víz elbomlik, a maradék oldat tömege: (x-88,16). Benne ugyanannyi marad az oldott anyag tömege: 0,05x gramm.

Mivel  $m \sim I$  és  $m \sim t$ ,  $m \sim I \cdot t = Q$ , tehát  $m \sim Q$

1 mol  $e^-$  töltése : 96500 C

2 · 96500 C áthaladása esetén bomlik 1 mol víz

? C áthaladása esetén bomlik 4,9 mol víz

? = 945700 C

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{945700 \text{ C}}{2 \text{ A}} = 472850 \text{ sec} \approx 131 \text{ óra}$$

$$\frac{0,05 \cdot x}{x - 88,16} = 0,1 \quad x = 176,3 \text{ g}$$

4. Katód :  $\text{Zn}^{2+} + 2e^- = \text{Zn}_{(sz)}$  redukciónál  $t = 2 \text{ óra} = 7200 \text{ sec}$   
Anód  $\oplus$  :  $2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2e^-$  oxidációnál  $Q = I \cdot t = 3 \cdot 7200 = 21600 \text{ C}$

Tegyük fel, hogy x gramm  $\text{ZnCl}_2$ -oldat volt és 0,1x gramm benne az oldott anyag.

2 · 96500 C hatására 1 mol  $\text{ZnCl}_2$  bomlik

21600 C ?

$$? = 0,11192 \text{ mol } \text{ZnCl}_2 \xrightarrow{M_{\text{ZnCl}_2} = 136,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} 15,264 \text{ g } \text{ZnCl}_2$$

Az új oldat tömege :  $(x - 15,264) \text{ g}$  Benne :  $(0,1 \cdot x - 15,264) \text{ g}$  o. a.

$$\frac{0,1 \cdot x - 15,264}{x - 15,264} = 0,05 \quad x \approx 290 \text{ g } \text{ZnCl}_2 \text{ - oldat}$$

0,11192 mol  $\text{ZnCl}_2$  ugyanennyi mol Zn és  $\text{Cl}_2$  - gáz

$$0,11192 \cdot 65,4 = 7,32 \text{ g Zn} \quad 0,11192 \cdot 24,5 = 2,74 \text{ dm}^3 \text{ klórgáz}$$

5. Mivel az anionok közül az egyszerű anionok leválnak a kloridion válik le legelőbb, tehát a sósav fogy el először.

$$\text{Katód : } 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 e^- = \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ redukciónál} \quad \frac{3,36}{24,5} = 0,137143 \text{ mol } \text{H}_2$$

Anód  $\oplus$  :  $2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 e^-$  oxidációnál ugyanannyi  $\text{Cl}_2$  az anódon

1 mol  $\text{H}_2$  leválásához 2 · 96500 C kell

0,137143 mol  $\text{H}_2$  leválásához ? C kell ? = 26468,6 C

$$\frac{26468,6 \text{ C}}{2 \text{ A}} = 13234,3 \text{ sec} = 3,68 \text{ óra}$$

Ahány mol a hidrogén kétszer annyi mol volt a  $\text{HCl} = 0,2743 \text{ mol HCl}$ , megszorozva a moláris tömeggel: közel 10 gramm  $\text{HCl}$ . 10 tömeg%-os az oldat sósavra nézve

Ugyanennyi a kénsav. Ha elmegy 10 gramm anyag az oldatból,  $10/90 \cdot 100 = 11,1$  tömeg%-os marad az oldat kénsavra nézve.

6.

108. – A reakció:  $z \text{ Ag}^+ + \text{Me} = \text{Me}^{z+} + z \text{ Ag}$  1 pont
- Az oldatban  $0,0100 \text{ mol Ag}^+$  van.  $0,0100 \text{ mol}$  ezüsttel nőtt a fémlemez tömege: 1,08 g. 1 pont
- Az oldódó fém tömege:  $1,08 \text{ g} - 0,906 \text{ g} = 0,174 \text{ g}$ . 1 pont
- A fém anyagmennyisége:  $\frac{0,0100}{z} \text{ mol}$ , így a moláris tömege
- $$\frac{0,174 \text{ g}}{\frac{0,0100}{z} \text{ mol}} = 17,4z \text{ g/mol.}$$
- 1 pont
- Ebből  $z = 3$  esetén  $M = 52 \text{ g/mol}$  adódik, vagyis a fém a **króm (Cr)**. 1 pont
- (Próbálgatásos módszerrel is kiszámítható.) 5 pont

7.

Bruttó egyenlet:  $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$   
 Áthaladt töltés:  $4 \text{ F}$

A  $4 \text{ F}$  áthaladt töltés azt jelenti, hogy a folyamat végbemeneteléhez (azaz  $2 \text{ mol}$  víz elbontásához)  $4 \text{ mol}$  elektron ( $4 \cdot 96\,500 \text{ C}$  töltés) szükséges.

**2. lépés** - Kiszámítjuk, hogyan változott az oldat összetétele az elektrolízis hatására. A bruttó egyenlet alapján az elektrolízis során vízbontás történt, az oldott anyag ( $\text{NaOH}$ ) mennyisége nem változott, ezért az oldat töményedett, így a pH nőtt.

Az elektrolízis előtt az oldat pH-ja  $12$  volt, ebből kiszámítjuk a  $\text{NaOH}$  oldat kezdeti koncentrációját:

$$\begin{aligned} \text{pH}_1 &= 12 \\ \text{pOH} &= 14 - \text{pH} = 14 - 12 = 2 \\ c_1 &= [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

Az oldatban levő  $\text{NaOH}$  mennyisége:

$$n = c_1 V_1 = 10^{-2} \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Az elektrolízis végén a pH  $1$ -gyel nőtt, ebből számolható a nátrium-hidroxid új koncentrációja:

$$\begin{aligned} \text{pH}_2 &= 12 + 1 = 13 \\ \text{pOH} &= 14 - \text{pH} = 14 - 13 = 1 \\ c_2 &= [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1} \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

Az oldatban levő  $\text{NaOH}$  mennyisége nem változott, így a koncentrációból és az anyagmennyiségből kiszámíthatjuk az oldat új térfogatát:

$$V_2 = n/c_2 = 9 \cdot 10^{-4} / 10^{-1} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 9 \text{ cm}^3$$

Az oldat térfogatának változása megegyezik az elbomlott víz mennyiségével:

$$V(\text{víz}) = V_1 - V_2 = 90 - 9 = 81 \text{ cm}^3$$

Figyelembe véve, hogy az oldat sűrűsége  $1 \text{ g/cm}^3$

$$m(\text{víz}) = 81 \text{ g}$$

vizet bontottunk el, ami  $n(\text{víz}) = m / M = 81 / 18 = 4,5 \text{ mol}$

**3. lépés** - Az átalakult anyag (elbontott víz) mennyiségének ismeretében az elektrolízis időtartama meghatározható. A bruttó egyenlet alapján  $1 \text{ mol}$  víz elbontásához  $2 \text{ mol}$  elektron áthaladása szükséges,  $4,5 \text{ mol}$  víz elbontásához pedig

$$n_e = 4,5 \cdot 2 = 9 \text{ mol elektron kell}$$

Ebből a cellán áthaladt töltésmennyiség:

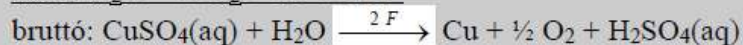
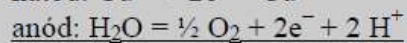
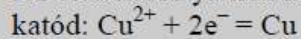
$$Q = n_e \cdot F = 9 \cdot 96\,500 = 868\,500 \text{ C}$$

Az  $I = 25 \text{ A}$  áramerősség figyelembe vételével az elektrolízis időtartama:

$$t = Q / I = 868\,500 / 25 = 34\,740 \text{ s} = 9,65 \text{ h}$$

8.

109. – Az elektródfolyamatok:



2 pont

– Az elektrolízis adataiból:  $n(\text{e}^-) = \frac{5,6 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 3,00 \text{ A}}{96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,627 \text{ mol}$

1 pont

a) Ebből:  $n(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4) = 0,3135 \text{ mol}$

1 pont

–  $m(\text{CuSO}_4) = 0,3135 \cdot 159,5 \text{ g} = 50,0 \text{ g}$ ,

1 pont

$w = \frac{50,0 \text{ g}}{200,0 \text{ g}} = 0,250 \longrightarrow 25,0 \text{ w\%-os}$  volt a  $\text{CuSO}_4$ -oldatunk.

1 pont

b) A képződött oldat kénsavtartalma is  $0,3135 \text{ mol}$ .

1 pont

–  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,3135 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 30,7 \text{ g}$ .

1 pont

– Az oldat tömege a réz ( $0,3135 \text{ mol}$ ) és az oxigéngáz ( $0,1568 \text{ mol}$ ) tömegével csökkent:

$m(\text{oldat}) = 200 \text{ g} - 0,3135 \cdot 63,5 \text{ g} - 0,1568 \cdot 32 \text{ g} = 175,1 \text{ g}$

2 pont

–  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{30,7 \text{ g}}{175,1 \text{ g}} = 0,175 \longrightarrow 17,5 \text{ w\%-os}$  lett a kénsavoldat.

1 pont

11 pont