

Elektrokémiai számítások

Elméleti összefoglaló

- **Elektromotoros erő:** a két elektróda közötti maximális feszültség (potenciálkülönbség), amit akkor mérhetünk, ha az áramforráson keresztül nem folyik áram.

$$E_{ME} = (\varepsilon_{ox/red})_{katód} - (\varepsilon_{ox/red})_{anód}$$

- 1 mól elektron áthaladásához 96500 C töltésre van szükség. Ez a Faraday-állandó.
- Az áthaladt töltés mennyisége egyenesen arányos az eltelt idő és az áramerősség szorzatával.

$$Q = I * t$$

- **Egyesített Faraday-törvény**

$$m = \frac{MIt}{Fz}$$

z: a félreakcióban az átadott elektronok sztöchiometriai együtthatója.

I: [A] az áramerősség,

t: [s] az eltelt idő, szorzatuk az eltelt idő alatt átadott töltésmennyiség

M [g/mol] a moláris tömeg,

F: [C/mol] a Faraday állandó.

Galvánelem

1. feladat

Számítsuk ki a $\text{Mn} \mid \text{MnSO}_4 \parallel \text{AgNO}_3 \mid \text{Ag}$ összeállítású galvánelem elektromotoros erejét!

$$[\text{Mn}^{2+}] = 1 \text{ M}, [\text{Ag}^+] = 1 \text{ M}, \varepsilon^\circ_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} = 0,80 \text{ V}, \varepsilon^\circ_{\text{Mn}/\text{Mn}^{2+}} = -1,05 \text{ V}$$

Megoldás

$$E_{ME} = (\varepsilon_{ox/red})_{katód} - (\varepsilon_{ox/red})_{anód}$$



Katód: $\varepsilon^{\circ}_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} = 0,80 \text{ V}$, Anód: $\varepsilon^{\circ}_{\text{Mn}/\text{Mn}^{2+}} = -1,05 \text{ V}$

$$E_{ME} = 0,8 - (-1,05) = \mathbf{1,85 \text{ V}}$$

2. feladat

Az asztalon egy főzőpohárban cink-szulfát egy másik főzőpohárban réz-szulfát van. A cink-szulfát oldatba fém rézet mártunk, míg a réz-szulfát oldatba fém cinket és másnapig állni hagyjuk.

Adja meg a várható tapasztalatokat!

Írja fel a végbemenő folyamat(ok) reakcióegyenletét!

Elektrolízis

A feladatokat három feladattípusra bonthatjuk:

a) az oldat anyagtartalmának bontása történik → az oldat hígul

b) sem a kation, sem az anion nem reagál → vízbontás történik → az oldat töményedik

c) vagy az anion vagy a kation reagál, míg a másik elektródon vízbontás megy végbe → új anyag jelenik meg a rendszerben.

3. feladat

100 g tömegű 42%-os CuCl_2 oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között 14,0 A áramerősség alkalmazása mellett.

$\text{Ar}(\text{H}) = 1,01$; $\text{Ar}(\text{O}) = 16,0$; $\text{Ar}(\text{Cl}) = 35,5$; $\text{Ar}(\text{Cu}) = 63,5$

- a) Írja fel a katódon és az anódon lejátszódó folyamatok egyenletét!
- b) Mennyi ideig tart az elektrolízis, ha az elektrolízis befejezésekor a kapott oldat tömegszázaléka a kiindulási oldat tömegszázalékának a felére csökken?

Megoldás

a) Folyamat



b) $m_o = 100 \text{ g}$ $w\% = 42\% \rightarrow m_{\text{CuCl}_2} = 100 * 0,42 = 42 \text{ g}$

Elektrolízis vége: $w\% = 21\% \rightarrow$ az oldat és az oldott anyag tömege csökken

Legyen x a tömegváltozás $\rightarrow 0,21 = \frac{42-x}{100-x} \rightarrow x = 17,36 \text{ g}$

$$m = \frac{MIt}{Fz} \rightarrow t = \frac{mFz}{MI} = \frac{17,36 * 96500 * 2}{134,45 * 14} = 1779,5 \text{ s} = \mathbf{29,7 \text{ perc}}$$

4. feladat

754,5 mg fém-szulfátból vizes oldatot készítettünk, és az oldatot elektrolizáljuk úgy, hogy az összes fémiont leválasztjuk. Ehhez 965 C töltésre volt szükség.

- a) **Határozza meg a fém-szulfát képletét, ha benne a fém oxidációs száma +2!**
- b) **Írja fel a katódon és az anódon lejátszódó folyamatok egyenletét!**

Megoldás

a) A fémszulfát képlete: MeSO_4

Katód folyamat: $\text{Me}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Me}$

$n(\text{e}^-) = 965 \text{ C} : 96500 = 0,01 \text{ mol} \rightarrow n(\text{Me}^{2+}) = 0,005 \text{ mol} = 5 \text{ mmol}$

$M(\text{MeSO}_4) = 754,5 / 5 = 150,9 \text{ mg/mmol} = 150,9 \text{ g/mol}$

$M(\text{Me}) = 150,9 \text{ g/mol} - 96 \text{ g/mol} = 54,9 \text{ g/mol} \rightarrow$ Az ismeretlen fém a mangán.

A képlet: **MnSO_4**

Megoldás

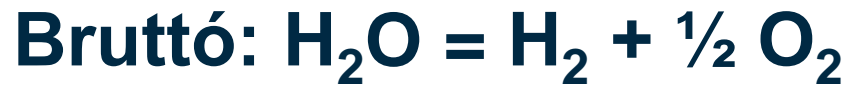


5. feladat

100 g tömegű 10 tömegszázalékos Na_2SO_4 oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között 100 amper mellett 1 óráig.

- a) Írja fel a katódon és az anódon lejátszódó folyamatok egyenletét!
- b) Hány tömegszázalékos oldat maradt vissza az elektrolízis végén?

Megoldás



b) $m = \frac{MIt}{Fz} = \frac{18 \cdot 100 \cdot 3600}{96500 \cdot 2} = 33,58 \text{ g}$ az elbontott víz mennyiség

$m_{\text{o}} = 100 \text{ g w}\% = 10\% \rightarrow m_{\text{o.a}} = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ g},$

$m_{\text{o.sz}} = 100 - 10 = 90 \text{ g} \rightarrow$ ebből elbontottunk 33,58 g-ot \rightarrow

$m_{\text{2o.sz}} = 56,42 \text{ g} \rightarrow w_2\% = \frac{10}{56,42 + 10} * 100 = \mathbf{15,1 \%}$

6. feladat

100 g tömegű 25 tömegszázalékos réz-szulfát oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között 50 amper mellett 5 percig.

- a) Írja fel a katódon és az anódon lejátszódó folyamatok egyenletét!
- b) Adja meg a visszamaradt oldat tömegszázalékos összetételét!

Megoldás

a) Folyamat



$$\text{b) } m = \frac{M_{\text{It}}}{Fz} = \frac{63,5 \cdot 50 \cdot 5 \cdot 60}{96500 \cdot 2} = 4,94 \text{ g az elbontott réz tömege.}$$

$n = 0,0777 \text{ mól Cu} \rightarrow 0,0777 \text{ mól CuSO}_4 \rightarrow m = 12,4 \text{ g CuSO}_4$
 \rightarrow az oldatban 25 g CuSO_4 volt, ebből maradt $25 - 12,4 = 12,6 \text{ g}$
CuSO₄ az oldatban

$0,0777 \text{ mól SO}_4^{2-}$ -ből lesz $0,0777 \text{ mól kénsav} \rightarrow$
 $m = 0,0777 \cdot 98 = 7,61 \text{ g kénsav}$

Megoldás

$$\frac{0,0777}{2} \text{ mól oxigén gáz keletkezett} \rightarrow m = \frac{0,0777}{2} * 32 = \mathbf{1,24 \text{ g}}$$

$$m_{\text{eredeti,o.}} = 100 \text{ g} \rightarrow m_{\text{új,o}} = 100 - 4,94 - 1,24 = 93,82 \text{ g}$$

mo.a: 12,6 g CuSO_4 és 7,61 g kénsav

$$w\% = \frac{12,6}{93,82} * 100 = \mathbf{13,4 \% \text{ CuSO}_4}$$

$$w\% = \frac{7,61}{93,82} * 100 = \mathbf{8,11 \% \text{ H}_2\text{SO}_4}$$

7. feladat

100 g 40 tömegszázalékos CuCl_2 oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között. Ezt a berendezést sorba kötjük egy durranógáz quloriméterrel.

- a) Írja fel a katódokon és az anódokon lejátszódó folyamatok egyenletét!
- b) Adja meg a kivált réz tömegét és a fejlődő gáz térfogatát (standardállapot, $25\text{ }^\circ\text{C}$), ha tudjuk, hogy a quloriméterben 735 cm^3 $25\text{ }^\circ\text{C}$ -os standardállapotú durranógáz fejlődött a folyamat során!

Megoldás



b) Standard állapot, $25 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow V_m = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$

$$n_{\text{durranógáz}} = V/V_m = 0,735 / 24,5 = 0,03 \text{ mól}$$

1,5 mól durranógáz fejlődik \rightarrow 2 mól e^- áthaladásakor

0,03 mól durranógáz fejlődött $\rightarrow \frac{0,03 \cdot 2}{1,5} = 0,04 \text{ mól } \text{e}^-$ haladt át

Mivel sorba kötöttük a két berendezést, ezért ugyanennyi elektron haladt át a CuCl_2 rendszeren is.

Megoldás



2 mól e^{-} áthaladásakor \rightarrow 1 mól Cu keletkezik

0,04 mól e^{-} áthaladásakor \rightarrow 0,02 mól Cu keletkezik

$$m_{\text{Cu}} = n \cdot M = 0,02 \cdot 63,5 = \mathbf{1,27 \text{ g}}$$



2 mól e^{-} áthaladásakor \rightarrow 1 mól Cl_2 keletkezik

0,04 mól e^{-} áthaladásakor \rightarrow 0,02 mól Cl_2 keletkezik

$$V = n \cdot V_m = 0,02 \cdot 24,5 = \mathbf{0,49 \text{ dm}^3}$$

Köszönöm a figyelmet!