

1. Telített nátrium-hidrogén-karbonát-oldatot elektrolizáltunk állandó hőmérsékleten, grafitelektródok között. Ekkor vízbontás történt. Az elektrolízist 4,00 A-es áramerősséggel 48,25 óráig végeztük. Eközben 8,10 gramm szilárd anyag vált ki az oldatból. Adja meg a nátrium-hidrogén-karbonát oldhatóságát 100 gramm vízre vonatkoztatva az elektrolízis hőmérsékletén! (2005. május)

Megoldás: (11 pont)

Az elektrolízis során vízbontás történt:

1 mol víz bontásához 2 mol elektronra van szükség 2 pont

$Q = I \cdot t = 4,00 \text{ A} \cdot 48,25 \cdot 3600 \text{ s} = 694800 \text{ C}$ 1 pont

$n(e^-) = Q / F = 694800 \text{ C} / 96500 \text{ C/mol} = 7,20 \text{ mol } e^-$ 1 pont

3,60 mol vizet bontottunk 1 pont

ennek tömege $3,60 \text{ mol} \cdot 18,0 \text{ g/mol} = 64,8 \text{ gramm}$ 1 pont

Az elektrolízis során elbomlott víz és a kivált só tömegének aránya megegyezik a só oldhatóságával. 2 pont

$$\frac{x}{100 \text{ g}} = \frac{8,10 \text{ g}}{64,8 \text{ g}}$$

2 pont

$x = 12,5 \text{ g}$, vagyis az oldhatóság: **12,5 g só / 100 g víz.** 1 pont

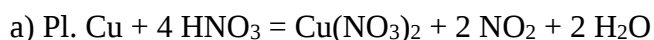
2. Egy réz-ezüst ötvözet összetételét határoztuk meg a következő módon:

Az ötvözet 2,41 grammját tömény salétromsavban feloldottuk, majd desztillált vizet adtunk hozzá. A hígított oldatot elektrolizálni kezdtük. Az oldatban lévő összes fémion leválasztásához 193 percre volt szükség. Az átfolyó áram átlagos sűrűsége ez alatt az időtartam alatt 0,500 A volt. (Az áramkihasználást tekintheti 100 %-osnak.)

a) Írja fel és rendezze a fémek oldódásának reakcióegyenleteit!

b) Számítsa ki, hogy milyen anyagmennyiség-arányban tartalmazta a fémeket az ötvözet? (2006. február)

Megoldás: (11 pont)



2 pont



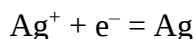
1 pont

b) $n(e^-) = \frac{Q}{F}$

1 pont

$$n(e^-) = \frac{0,500 \text{ A} \cdot 193 \cdot 60,0 \text{ s}}{96500 \text{ C/mol}} = 0,0600 \text{ mol}$$

1 pont



1 pont

x mol ezüst- és y mol réz(II)ionra felírva az egyenletrendszert:

$x + 2y = 0,0600$

$108x + 63,5y = 2,41$

2 pont

$x = 0,00662 \text{ mol}$

$y = 0,0267 \text{ mol}$

2 pont

A két fém anyagmennyiség-aránya:

$n(\text{Cu}) : n(\text{Ag}) = 0,0267 : 0,00662 = \mathbf{4,03 : 1,00.}$

1 pont

3. **90,0 cm³ 12,00-es pH-jú nátrium-hidroxid-oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között. Az elektrolízist 25,0 A-es áramerőséggel végeztük. Az elektrolízis végén az oldat pH-ja 1,00-gyel tér el a kiindulási oldat pH-jától. (Az oldat sűrűségét mindvégig 1,00 g/cm³ -nek tekintjük.) Mennyi ideig zajlott az elektrolízis? (2006. május)**

Megoldás: (15 pont)

Az elektrolízis során vízbontás történt,	1 pont
1 mol víz bontásához 2 F töltésre van szükség.	1 pont
Az oldat töményedett, így a pH nőtt.	1 pont
$[\text{OH}^-]_1 = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$	2 pont
Az oldat NaOH-tartalma: $0,0900 \text{ dm}^3 \cdot 0,0100 \text{ mol/dm}^3 = 9,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$	1 pont
x mol víz bomlott el, amelynek tömege 18,0x gramm	1 pont
Az elektrolízis végén az oldat 90,0 – 18,0x gramm, illetve ugyanennyi cm ³ ,	1 pont
a pH-ja $(12,00 + 1,00) = 13,00$	1 pont
a NaOH -koncentrációja $10^{-1,00} = 0,100 \text{ mol/dm}^3$	1 pont
A NaOH-mennyisége változatlan:	
$9,00 \cdot 10^{-4} = 0,100 \cdot (90 - 18,0x) / 1000$	1 pont
x = 4,50 mol	1 pont
4,50 mol víz bontásához 9,00 F töltésre van szükség.	1 pont
$t = Q / I = (9 \text{ mol} \cdot 96500 \text{ C/mol}) / 25 \text{ A}$	1 pont
34740 másodpercig (9,65 óra) tartott az elektrolízis.	1 pont

4. Egy elektrolizáló berendezésben, platinaelektrodokat használva vizet bontottunk, és a fejlődő gázokat az egyes elektrodok fölött fogtuk fel. Az elektrolízis közben a gáztereket lezáró csapok közül az egyik eresztett (a másik jól zárt). Végül leolvastuk a gázok térfogatát és meghatároztuk a nyomásukat és hőmérsékletüket is: -az egyik elektródon $50,0 \text{ cm}^3$ térfogatú ($23,0^\circ\text{C}$ -os, 115 kPa nyomású) színtelen gáz, amely meggyújtható, a másik elektródon $40,0 \text{ cm}^3$ térfogatú ($23,0^\circ\text{C}$ -os, 115 kPa nyomású) színtelen gáz, amelynek hatására az izzó gyújtópálca lángra lobban.

a) Töltse ki az alábbi táblázatot a fenti adatoknak megfelelően!

Pólus	A fejlődött gáz megnevezése	A leolvasott térfogata
+		
-		

b) Húzza alá az alábbiak közül annak az oldatnak a nevét, amelyet a fent említett vízbontó készülék tartalmazhatott!

nátrium-klorid-oldat réz(II)-szulfát-oldat kénsavoldat sósav

c) Melyik gáztér csapja eresztett?

d) Számítsa ki, mekkora tömegű vizet bontottunk!

e) Számítsa ki, mennyi ideig tartott az elektrolízis, ha az átlagos áramerősség $0,400 \text{ A}$ volt! (2006. október)

Megoldás: (10 pont)

a)

Pólus	A fejlődött gáz megnevezése	A leolvasott térfogata
+	oxigén	$40,0 \text{ cm}^3$
-	hidrogén	$50,0 \text{ cm}^3$

Az oxigén és a hidrogén megnevezéséért (a térfogatoknak és a tulajdonságoknak megfelelően)

1 pont

Az oxigén és a hidrogén megnevezéséért (a pólusoknak megfelelően)

1 pont

b) Kénsavoldat

1 pont

c) A hidrogént tartalmazó gáztér csapja eresztett (vagy ezzel egyenértékű válasz: pl. a katód feletti csap eresztett).

1 pont

d) Az elbontott vizet az oxigén mennyisége alapján számíthatjuk:

$$n(\text{O}_2) = \frac{pV}{RT}$$

$$n(\text{O}_2) = 1,869 \text{ mmol}$$

1 pont

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 3,738 \text{ mmol (A } \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ egyenlet alapján)}$$

1 pont

$$m(\text{H}_2\text{O}) = nM = \mathbf{67,3 \text{ mg.}}$$

1 pont

e)

A $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{2F} \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$ egyenlet alapján a szükséges töltés:

$$Q = 3,738 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 96500 \text{ C/mol} = 721,5 \text{ C}$$

2 pont

A szükséges idő:

$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{721,5 \text{ C}}{0,400 \text{ A}} = 1804 \text{ s} = \mathbf{30,1 \text{ min.}}$$

1 pont

5. Az ólomakkumulátor működésekor lejátszódó elektródfolyamatok egyenletei:

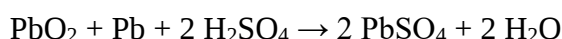


Az ólomakkumulátorban tehát a fém ólom ólom(II)-ionokká oxidálódik, miközben a ólom(IV)-oxidban lévő +4-es oxidációs számú ólom ólom(II)-ionokká redukálódik. Ezt a redoxi folyamatot kifejező egyenletet nevezzük az akkumulátor bruttó egyenletének. Az elektródfolyamatok egyenletei alapján az ólomakkumulátor működésekor lejátszódó folyamat kiegészítendő bruttó egyenlete a következő: PbO_2 + Pb + $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ PbSO_4 + H_2O Az akkumulátor működése közben keletkező ólom(II)-szulfát csapadék, nem oldódik az akkumulátorban lévő kénsavoldatban.

Egészítse ki a bruttó egyenletet együtthatókkal!

Számítsa ki, milyen lesz a kiindulási 500 g 36,2 tömegszázalékos kénsavoldat tömegszázalékos összetétele abban az akkumulátorban, amelyben működés közben 61 200 C töltés haladt át? (2007. október)

Megoldás: (10 pont)



1 pont

$$\text{Ennyi töltés hatására } \frac{61200 \text{ C}}{96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,634 \text{ mol elektron halad át a rendszeren.} \quad \textbf{1 pont}$$

0,634 mol kénsav fogy,

1 pont

0,634 mol víz keletkezik.

1 pont

0,634 mol kénsav tömege 62,1 g,

1 pont

0,634 mol vízé 11,4 g.

1 pont

A kiindulási 500 g oldatban: $500 \text{ g} \cdot 0,362 = 181 \text{ g}$ kénsav volt.

1 pont

A kénsav mennyisége a kapott oldatban: $181 \text{ g} - 62,1 \text{ g} = 118,9 \text{ g}$.

1 pont

A kapott oldat tömege = $500 \text{ g} - 62,1 \text{ g} + 11,4 \text{ g} = 449,3 \text{ g}$.

1 pont

$$\text{A kapott oldat } \frac{118,9}{449,3} \cdot 100 = \textbf{26,5} \text{ tömegszázalékos lett.} \quad \textbf{1 pont}$$

6. 200 gramm telített nátrium-karbonát-oldatot platinaelektrodokkal elektrolizálunk 80,0 °C-on, 2,00 A áramerősséggel. Az elektrolízis során vízbontás történt. 80,0 °C-on a telített nátrium-karbonát-oldat 31,4 tömeg%-os, a kiváló só sztöchiometrikus összetételű, 1 molja 10 mol vízzel kristályosodik.
- a) Mekkora tömegű vizet bontottunk el az elektrolízis közben, ha 13,3 gramm kristályvizes só kiválását tapasztaltuk?
- b) Mennyi ideig tartott az elektrolízis? Ezt a feladatrészt az a) kérdésre adott választól függetlenül is megoldhatja. Ekkor számolja ki, hogy 4,05 gramm tömegű víz bontása mennyi ideig tartott volna! (2008. május II.)

Megoldás: (10 pont)

a) A kristályvizes só moláris tömege, vagy annak használata

1 pont

$$\text{Só tartalma } 13,3 \cdot \frac{106}{286} = 4,93 \text{ gramm}$$

1 pont

Az oldatban maradt: $200 \cdot 0,314 - 4,93 = 57,9$ gramm só

1 pont

A visszamaradt telített oldat tömege: $57,9 : 0,314 = 184$ gramm

1 pont

Az elbontott víz tömege: $200 - 184 - 13,3 = \mathbf{2,70 \text{ gramm}}$

1 pont

(Több értékes jeggyel történő számítás esetén 2,40 g adódik!)

b) 1 mol víz bontásához 2 mol elektron szükséges

1 pont

$$n(\text{víz}) = 2,70 \text{ g} : 18 \text{ g/mol} = 0,150 \text{ mol}$$

1 pont

$$n(e^-) = 0,3 \text{ mol}$$

1 pont

$$t = Q : I = (0,3 \cdot 96500) : 2 = \mathbf{14475 \text{ s}}$$

1 pont

Az elektrolízis **241 percig folyt.**

1 pont

7. Az alumíniumgyártásnak két szakasza van: (a) timföldgyártás és (b) kriolitolvadékban oldott timföld elektrolízise. A bauxitot világszerte a Bayer-féle módszerrel dolgozzák fel: az alumínium-hidroxidot nátrium-hidroxiddal kioldják, az oldatot elkülönítik az oldhatatlan anyagoktól (vörösiszap), majd hígítással újból alumínium-hidroxidot választanak le. Az alumínium-hidroxidból nyerik ki a timföldet, amelynek olvadékelektrolízisével állítják elő a fémalumíniumot. $Ar(H) = 1,00$, $Ar(O) = 16,0$, $Ar(Al) = 27,0$
- a) Írja fel a timföld olvadékelektrolízisekor az anódon és katódon lejátszódó folyamatokat!
- b) Hány százalékos az áram kihasználtsága, ha 1,00 tonna alumínium előállítása során 33,3 órán keresztül $1,00 \cdot 10^5$ A áramerősséggel végezték az elektrolízist?
- c) Az elektrolízis során keletkezett gáz, ami 25°C -on és standard nyomáson 681 m^3 térfogatú reakcióba lépett a megfelelő elektród széntartalmával. Az elektrolízis során 0,450 tonna szén fogyott el. Mi az eltávozó szén-monoxid–széndioxid gázelegy térfogat%-os összetétele, ha feltételezzük, hogy a keletkező gáz teljes mennyisége reagált az elektródszénnel? (2008. október)

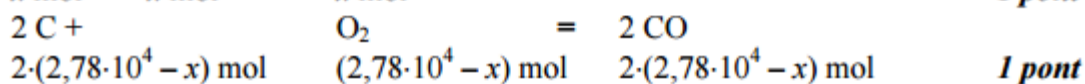
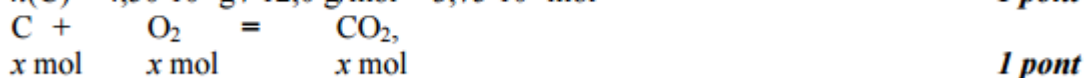
Megoldás: (14 pont)

- a) Katód (–): $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Al}$ ($2\text{Al}^{3+} + 6\text{e}^- = 2\text{Al}$) 1 pont
 Anód (+): $2\text{O}^{2-} = \text{O}_2 + 4\text{e}^-$ ($3\text{O}^{2-} = 1,5\text{O}_2 + 6\text{e}^-$) 1 pont
- b) $n(\text{Al}) = 1,00 \cdot 10^6 \text{ g} / 27,0 \text{ g/mol} = 3,704 \cdot 10^4 \text{ mol}$ 1 pont
 $n(\text{e}^-) = 3 \cdot n(\text{Al}) = 1,111 \cdot 10^5 \text{ mol}$ 1 pont
 $Q = n(\text{e}^-) \cdot 96500 \text{ C/mol}$
 $Q(\text{szükséges}) = 1,111 \cdot 10^5 \text{ mol} \cdot 96500 \text{ C/mol} = 1,072 \cdot 10^{10} \text{ C}$ 1 pont
 $Q(\text{felhasznált}) = I \cdot t$
 $Q(\text{felhasznált}) = 1,00 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot 33,3 \cdot 3600 \text{ s} = 1,20 \cdot 10^{10} \text{ C}$ 1 pont

$$\text{Áramkihasználás: } \frac{1,072 \cdot 10^{10}}{1,20 \cdot 10^{10}} \cdot 100 = 89,3 \% \quad \text{1 pont}$$

c) $V(\text{O}_2) = 681 \text{ m}^3 = 6,81 \cdot 10^5 \text{ dm}^3$ 1 pont
 $n(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) / V_m = 6,81 \cdot 10^5 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2,78 \cdot 10^4 \text{ mol}$ 1 pont

$$n(\text{C}) = 4,50 \cdot 10^5 \text{ g} / 12,0 \text{ g/mol} = 3,75 \cdot 10^4 \text{ mol} \quad \text{1 pont}$$



$$x + 2 \cdot (2,78 \cdot 10^4 - x) = 3,75 \cdot 10^4 \quad \text{1 pont}$$

$$\begin{array}{l} x = 1,81 \cdot 10^4 \text{ mol CO}_2 \\ 1,94 \cdot 10^4 \text{ mol CO} \end{array} \quad \text{1 pont}$$

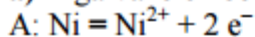
$$\%(\text{V/V}) = \frac{1,81 \cdot 10^4}{3,75 \cdot 10^4} \cdot 100 = 48,3 \% \text{ CO}_2$$

$$\%(\text{V/V}) = \frac{1,94 \cdot 10^4}{3,75 \cdot 10^4} \cdot 100 = 51,7 \% \text{ CO} \quad \text{1 pont}$$

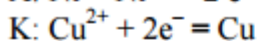
8. Réz- és nikkelelektrodokból galvánelemet állítunk össze. Az egyik fémlemez $1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldatba, a másik $1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nikkel(II)-szulfát-oldatba merül. Mindkét oldat térfogata $1,25 \text{ dm}^3$. Az elem működése közben az egyik elektród tömege $9,98 \text{ grammal}$ csökkent.
- a) Írja fel a katód- és anódreakciók egyenletét!
 anódreakció:
 katódreakció:
- b) Számítsa ki a cella elektromotoros erejét!
- c) Mennyivel változott a másik elektród tömege működés közben?
- d) Számítsa ki mindkét elektrolitoldat anyagmennyiség-koncentrációját a működési folyamat végén, ha térfogatváltozásuktól eltekintünk!
- e) Számítsa ki, mennyi töltés haladt át a cellán! (2009. május)

Megoldás: (12 pont)

a) A galvánelemben végbemenő folyamatok reakcióegyenlete:



1 pont



1 pont

(Ha az egyenleteket helyesen írja fel, de a pólusokat felcseréli, akkor 1 pont.)

$$\text{b) } E_{\text{MF}} = \varepsilon_{\text{K}} - \varepsilon_{\text{A}} = (0,34 + 0,23) \text{ V} = \mathbf{0,57 \text{ V}}$$

1 pont

(vagy $(0,34 + 0,257) \text{ V} = 0,597 \text{ V}$ más adatok szerint,
 vagy $(0,34 + 0,25) \text{ V} = 0,59 \text{ V}$ más adatok szerint)

c) A folyamat során a nikkelelektrod tömege csökkent.

A reagált nikkel anyagmennyisége (amely egyenlő a másik elektródon kivált réz anyagmennyiségével):

$$n(\text{Ni}) = \frac{9,98 \text{ g}}{58,7 \text{ g/mol}} = 1,70 \cdot 10^{-1} \text{ mol} = n(\text{Cu})$$

1 pont

A rézelektrod tömegnövekedése:

$$\Delta m(\text{Cu}) = 1,70 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 63,5 \text{ g/mol} = 10,8 \text{ g}$$

1 pont

d) Mivel az elektrolitoldatok kiindulási koncentrációja és térfogata megegyező, ezért egyenlő anyagmennyiségű oldott anyagot tartalmaztak:

$$n_1(\text{CuSO}_4) = n_1(\text{NiSO}_4) = 1,00 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,25 \text{ dm}^3 = 1,25 \text{ mol.}$$

1 pont

A réz-szulfát anyagmennyisége csökkent az oldatban:

$$n_2(\text{CuSO}_4) = (1,25 - 0,17) \text{ mol} = 1,08 \text{ mol.}$$

1 pont

Tehát az oldat molaritása a folyamat végén:

$$c_2(\text{CuSO}_4) = \frac{1,08 \text{ mol}}{1,25 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,864 \text{ mol/dm}^3}.$$

1 pont

A nikkel-szulfát anyagmennyisége nőtt az oldatban:

$$n_2(\text{NiSO}_4) = (1,25 + 0,17) \text{ mol} = 1,42 \text{ mol}$$

1 pont

Tehát az oldat molaritása a folyamat végén:

$$c_2(\text{NiSO}_4) = \frac{1,42 \text{ mol}}{1,25 \text{ dm}^3} = \mathbf{1,14 \text{ mol/dm}^3}. \quad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

(Ha a két oldat koncentrációváltozásának előjelét hibásan értelmezte, de a fenti eredményeket kapta, akkor a feladatrészt megoldásáért 3 pont adható.)

e) Az elektródfolyamatokban részt vevő elektronok anyagmennyisége:

$$n(e^-) = 2 \cdot n(\text{Ni}) = 1,70 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 2 = 3,40 \cdot 10^{-1} \text{ mol}. \quad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

A cellán áthaladt töltésmennyiség:

$$Q = F \cdot n(e^-) = 96500 \text{ C/mol} \cdot 3,40 \cdot 10^{-1} \text{ mol} = \mathbf{3,28 \cdot 10^4 \text{ C}} \text{ (32 810 C)} \quad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

9. A levegőbe kerülő H_2S nemcsak rendkívül kellemetlen szaga, de mérgező tulajdonsága miatt is gondot jelent. Az egészségügyi határértéke éppen ezért nagyon alacsony: $0,01$ milligramm/ 1 dm^3 levegő. A levegőben lévő H_2S megkötését az úgynevezett coulombmetriás titrálással végzik. Az eljárás lényege a következő: kálium-jodid-oldatból elektrolízissel jódot választanak le, ami az oldatban feloldódik. Majd ezen áramoltatják át a levegőt, melynek H_2S -tartalma reagál a jóddal, miközben az oldatban sárgásfehér kolloid csapadék jelenik meg. Feltételezzük, hogy a levegő H_2S -tartalma teljes mennyiségében az oldatban marad. Egy gyár H_2S -nel szennyezett levegőjét vizsgálták meg. Kálium-jodid-oldatot $2,00$ percig, $2,00 \text{ mA}$ -es áramerősséggel elektrolizálták. Ezután az oldaton $2,00 \text{ dm}^3$ levegőt áramoltattak át, aminek hatására a jód színe eltűnt az oldatból. Ezután keményítőoldatot adtak a rendszerhez, majd az előzővel azonos áramerősséggel még 36 másodpercig elektrolizálták az oldat kálium-jodid tartalmát, amíg az oldat kék színű nem lett.
- Írja fel a H_2S megkötésének reakcióegyenletét!
 - Miért adtak keményítőt a rendszerhez?
 - Mennyi töltés haladt át összesen az elektrolizáló cellán?
 - Mennyi a gyár levegőjének H_2S tartalma (g/dm^3 -ben)? Mekkora a szennyezés a megengedetthez képest? (2010. május)
- Megoldás: (11 pont)

- | | |
|---|---------------|
| a) $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2 \text{ HI} + \text{S}$ | <i>1 pont</i> |
| b) A keményítő jelzi a jód megjelenését, | <i>1 pont</i> |
| vagyis a reakció végpontját (a H_2S elfogyását). | <i>1 pont</i> |
| (Minden hasonló értelmű válasz elfogadható.) | |
| c) $I = 2,00 \text{ mA} = 0,002 \text{ A}$ | |
| $t = 2,00 \text{ perc} + 36 \text{ s} = 156 \text{ s}$ | <i>1 pont</i> |
| $Q = I \cdot t = 0,002 \text{ A} \cdot 156 \text{ s} = 0,312 \text{ C}$ | <i>1 pont</i> |
| d) $n_{e^-} = Q / F = 0,312 \text{ C} / 96500 \text{ C/mol} = 3,233 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ | <i>1 pont</i> |
| 1 mol I_2 leválasztásához 2 mol e^- szükséges (vagy egyenlet) | <i>1 pont</i> |
| $n(\text{I}_2) = 1,617 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ | <i>1 pont</i> |
| $n(\text{H}_2\text{S}) = 1,617 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ | |
| $m(\text{H}_2\text{S}) = 1,617 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 34 \text{ g/mol} = 5,50 \cdot 10^{-5} \text{ g} = 5,50 \cdot 10^{-2} \text{ mg}$ | <i>1 pont</i> |
| 1 dm^3 levegőben tehát $2,75 \cdot 10^{-5} \text{ g H}_2\text{S}$ van, | <i>1 pont</i> |
| Ez jóval több ($2,75$ -szörös), mint a megengedett mennyiség. | <i>1 pont</i> |

10.

100 cm³ ezüst-nitrát-oldatba ismeretlen fémlamezt merítettünk. Egy kis idő elteltével a lemezt kivettük, majd megmértük: tömege 753 mg-mal növekedett. A visszamaradó oldatból (amelyben már nem volt kimutatható az ezüstion) az összes fémion leválasztásához 2,50 A áramerősséggel 386 másodpercig tartó elektrolízisre volt szükség.

a) Számítsa ki az ezüst-nitrát-oldat koncentrációját!

b) Számítással határozza meg, melyik fémből készült a lemez! (2012. május)

Megoldás: (8 pont)

a) $n(e^-) = (I \cdot t) : F$ összefüggés ismerete *1 pont*

$$n(e^-) = (2,5 \cdot 386) : 96500 = 0,01 \text{ mol} \quad \text{1 pont}$$

$$n(\text{Ag}^+) = 0,01 \text{ mol}$$

$$c(\text{Ag}^+) = 0,01 \text{ mol} : 0,1 \text{ dm}^3 = \mathbf{0,100 \text{ mol/dm}^3} \quad \text{1 pont}$$

b) Az ismeretlen fém moláris tömegének mérőszáma legyen M , töltése z

A tömegváltozásra felírva az egyenletet:

$$(108z - M) \cdot 0,01 = 0,753z$$

$$M = 32,7z \quad \text{4 pont}$$

(Maximum 3 pont adható, ha feltételezi a $z = 2$ -t és nem ellenőrzi le más számok helyességét.)

Az összefüggésnek megfelelő fém a **cink**. *1 pont*

(Minden más helyes levezetés maximális pontot ér.)

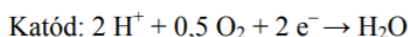
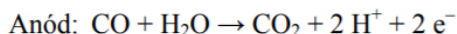
11. 180 gramm 17,7 tömeg%-os CuSO_4 -oldatot 5,00 A-es áramerősséggel elektrolizáltunk. Kezdetben csak az egyik elektródon fejlődött gáz, majd az oldatban lévő fémionok elfogyását követően mindkét elektródon gázfejlődést tapasztaltunk. A katódon fejlődő 30,0 °C-os 100 kPa nyomású gáz térfogata 4,03 dm³-nek adódott.

- Írja fel az elektródfolyamatok egyenleteit!
- Melyik elektródon, és hány %-kal fejlődött több gáz?
- Mennyi ideig tartott az elektrolízis? (2013. május)

Megoldás: 13 pont)

- a) Katód: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ *1 pont*
 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ (vagy $2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$) *1 pont*
 Anód: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{e}^- + 0,5\text{O}_2 + 2\text{H}^+$ *1 pont*
 (vagy $3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{e}^- + 0,5\text{O}_2 + 2\text{H}_3\text{O}^+$) *1 pont*
- b) $n(\text{CuSO}_4) = (180 \cdot 0,177) \text{ g} : 159,5 \text{ g/mol} = 0,200 \text{ mol}$ *1 pont*
- $n(\text{H}_2) = \frac{pV}{RT}$ (az állapotegyenlet ismerete) *1 pont*
- $n(\text{H}_2) = \frac{100 \text{ kPa} \cdot 4,032 \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \cdot 303 \text{ K}} = 0,160 \text{ mol}$ *1 pont*
- A réz leválása alatt 0,100 mol oxigén fejlődött. *1 pont*
 A hidrogéngáz keletkezése közben pedig 0,0800 mol. *1 pont*
 Az összesen 0,1800 mol oxigén térfogata:
- $\frac{0,1800}{0,160} = 1,125$, azaz **12,5 %-kal több**, mint a hidrogéné. *1 pont*
- Az **anódon** keletkezett 12,5 %-kal több gáz. *1 pont*
- c) $n(\text{e}^-) = 4 \cdot n(\text{O}_2) = 4 \cdot 0,1800 \text{ mol} = 0,7200 \text{ mol}$ *1 pont*
 $Q = n(\text{e}^-) \cdot F = 0,7200 \text{ mol} \cdot 96\,500 \text{ C/mol} = 69\,480 \text{ C}$ *1 pont*
 $t = Q : I = 69\,480 \text{ C} : 5 \text{ A} = 13\,896 \text{ s} = \mathbf{3,86 \text{ óra}}$ *1 pont*
- (Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

12. A szén és széntartalmú anyagok égetésekor keletkező gázok számos problémát okoznak. A levegőben megnövekedett szén-dioxid-koncentrációnál a nagyobb gondot a szén-monoxid jelenléte okozhatja. Fűtési szezonban sajnos gyakran hallani a rosszul karbantartott kémény vagy kazán miatt bekövetkező balesetokról. A szén-dioxid egyszerű kimutatása régóta ismert, de ma már a szén-monoxid kimutatása is megoldható. A boltokban kaphatók olyan berendezések, amelyek színváltozással jelzik a szén-monoxid jelenlétét a levegőben. A legújabb, háztartásban alkalmazható berendezés elektrokémiai alapon működik. Platina katalizátor segítségével az elektródokon a következő reakciók mennek végbe:



Az elektródokon áthaladt adott mennyiségű töltés után a készülék sípolni kezd.

a) A legegyszerűbben mivel és milyen tapasztalatokkal mutatható ki a szén-dioxid

- a pincében:
- a laboratóriumban:

b) Milyen környezetkémiai problémát okoz a levegő megnövekedett szén-dioxidtartalma?

c) Mivel magyarázható a szén-monoxid súlyosan mérgező hatása?

Egy régi, rosszul működő kályhával fűtött szobában vizsgáljuk a szén-dioxid – szén-monoxidkibocsátást. $1,00 \text{ m}^3$ levegőben 408 mg a két gáz együttes tömege. A levegőből kivont $27,0^\circ\text{C}$ -os, 98,5 kPa nyomású CO_2 – CO gázelegy sűrűsége $1,61 \text{ g/dm}^3$.

d) Határozza meg a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

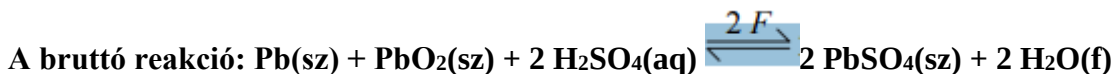
e) Elvileg mekkora töltésnek kell $1,00 \text{ m}^3$ levegő átvezetésekor az elektrokémiai cellán áthaladnia, hogy a készülék sípolni kezdjen? A szén-monoxid megengedett egészségügyi határértéke: 55,0 mg/ $1,00 \text{ m}^3$ levegő.

f) Fog-e sípolni a szobában elhelyezett jelzőkészülék? Válaszát számítással indokolja! (2013. október)

Megoldás: (14 pont)

- | | |
|--|---------------|
| a) Pincében: az égő gyertya elalszik. | <i>1 pont</i> |
| Laboratóriumban: a meszes víz megzavarosodik. | <i>1 pont</i> |
| b) Növeli az üvegházhatást (ezáltal globális felmelegedést okoz). | <i>1 pont</i> |
| c) A hemoglobinhoz irreverzibilisen kötődve fulladást okoz. | <i>1 pont</i> |
| d) A gáztörvény ismerete. | <i>1 pont</i> |
| $M_{\text{átlag}} = (p \cdot R \cdot T) : p = (1,61 \text{ g/dm}^3 \cdot (8,314 \text{ J/molK}) \cdot 300 \text{ K}) : 98,5 \text{ kPa} =$ | |
| $M_{\text{átlag}} = 40,8 \text{ g/mol}$ | <i>2 pont</i> |
| 1 mol gázelegyben legyen x mol CO, $1-x$ mol CO_2 | |
| $28x + 44(1-x) = 40,8$ | |
| $x = 0,2$ | |
| A gázelegy 20,0 V/V %-a CO, 80,0 V/V %-a CO_2 | <i>2 pont</i> |
| (Bármely más helyes eredményt adó megoldás elfogadható.) | |
| e) $n(\text{e}^-) = 2 \cdot n(\text{CO}) = 2 \cdot (55 \text{ mg} : 28 \text{ mg/mmol}) = 3,93 \text{ mmol}$ | <i>1 pont</i> |
| $Q = 0,00393 \text{ mol} \cdot 96500 \text{ C/mol} = 379 \text{ C}$ | <i>1 pont</i> |
| f) A készülék sípolni fog. | <i>1 pont</i> |
| A 408 mg keverék ($M!$) 10 mmol gázt tartalmaz, | |
| amelyből (az összetétel miatt) 2 mmol a CO. | <i>1 pont</i> |
| A CO tömege 56 mg, ami több, mint az egészségügyi határérték. | <i>1 pont</i> |

13. A savas ólomakkumulátor elektródjai ólomból és ólom(IV)-oxidból készülnek, elektrolitja pedig 35,0 tömegszázalékos kénsavoldat. Az akkumulátor energiatermelésekor (lemerítés) az ólomelektrodon ólom(II)-ionok keletkeznek, miközben a másik elektródon az ólom(IV)-oxid is ólom(II)-ionokká alakul. Az ólom(II)-ionok a kénsavval ólom(II)-szulfáttá alakulnak, ezzel tolják el az egyensúlyt a képződés irányába.



a) Írja fel az ólomakkumulátor anódreakciójának ionegyenletét lemerítés közben! Egy ólomakkumulátor eredetileg 35,0 tömegszázalékos kénsavoldatot tartalmazott. Az álló gépkocsiban működtettük a légkondicionálót, és végül a kénsavtartalom 20,0 tömegszázalék lett. Az oldat tömege az akkumulátorban ekkor 0,800 kg volt.

b) Az akkumulátort regeneráljuk: 5,00 órán keresztül 4,00 A áramerősséggel elektrolizáljuk. Számítsa ki, hány tömegszázalékos kénsavoldatot tartalmaz ekkor az akkumulátorfolyadék!

c) Mekkora tömegű elemi ólom, illetve ólom-dioxid rakódott vissza az elektródokra a regenerálás során? ($\text{Ar(Pb)}=207,3$) (2014. május)

Megoldás: (13 pont)

- a) $\text{Pb} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$ (vagy: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$) 2 pont
(1 pont az ólom oxidációjának választásáért, 1 pont a helyes egyenletért)
- b) $0,800 \text{ kg} = 800 \text{ g}$, amelyben van: $800 \text{ g} \cdot 0,200 = 160 \text{ g}$ kénsav 1 pont
 $5,00 \text{ óra és } 4,00 \text{ A esetén: } Q = 5,00 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 4,00 \text{ A} = 72\,000 \text{ C}$
 $n(\text{e}^-) = 72\,000 \text{ C} : 96\,500 \text{ C/mol} = 0,7461 \text{ mol}$ 1 pont
 A bruttó egyenlet szerint: $n(\text{e}^-) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,7461 \text{ mol}$ 1 pont
 $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,7461 \text{ mol} \cdot 98,0 \text{ g/mol} = 73,1 \text{ g}$ 1 pont
 Az elektrolízis végén lesz: $160 \text{ g} + 73,1 \text{ g} = 233,1 \text{ g}$ kénsav 1 pont
 Az oldat tömege nő a kénsavéval, de a bruttó egyenlet szerint csökken a vízzel: $n(\text{e}^-) = n(\text{H}_2\text{O}) = 0,7461 \text{ mol}$,
 tehát $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,7461 \text{ mol} \cdot 18,0 \text{ g/mol} = 13,4 \text{ g}$. 1 pont
 Az oldat tömege: $800 \text{ g} - 13,4 \text{ g} + 73,1 \text{ g} = 859,7 \text{ g}$. 1 pont
 A kénsavtartalom: $233,1 \text{ g} : 859,7 \text{ g} = 0,271$, tehát **27,1 tömeg%**. 1 pont
- c) $n(\text{Pb}) = n(\text{PbO}_2) = n(\text{e}^-)/2 = 0,3730 \text{ mol}$ 1 pont
 $m(\text{Pb}) = 0,3730 \text{ mol} \cdot 207,3 \text{ g/mol} = 77,3 \text{ g}$. 1 pont
 $m(\text{PbO}_2) = 0,3730 \text{ mol} \cdot 239,3 \text{ g/mol} = 89,3 \text{ g}$. 1 pont
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

14. A számítási feladathoz a 2014. október 2. feladat szövegét és ábráját használja fel! Tételezzük fel, hogy a szövegben ismertetett készüléket 45,0 perces bemutató keretében reklámozzák úgy, hogy a készüléket fél liter csapvízbe helyezik és 11,8 A áramerősséggel működtetik. $A_r(H) = 1,00$; $A_r(O) = 16,0$; $A_r(Fe) = 55,8$; $\rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$

a) Írja fel a bemutató során lezajló folyamatok reakcióegyenletét!

A katódon lejátszódó folyamat:

Az anódon lejátszódó elsődleges folyamat:

A vörösbarna csapadék képződése:

b) Mekkora térfogatú 25,0 °C-os, standard nyomású gáz fejlődik ezalatt az anódon?

Mekkora tömegű vas(III)-oxid képződik a bemutató során?

c) Változik-e a víz mennyisége a készülék működése során? Válaszát indokolja! Ha igen, akkor mekkora a térfogatváltozás? (A szilárd anyag okozta térfogatváltozástól eltekintünk!) $A_r(H) = 1,00$; $A_r(O) = 16,0$; $A_r(Fe) = 55,8$; $\rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$

(2014. október)

Megoldás: (15 pont)

a) Katódfolyamat: $2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{ OH}^-$ *1 pont*

Anódfolyamat: $3 \text{ H}_2\text{O} = \frac{1}{2} \text{ O}_2 + 2 \text{ e}^- + 2 \text{ H}_3\text{O}^+$ *1 pont*

Vas(III)-oxid képződése: $4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ *1 pont*

(A második és harmadik reakció naszcensz oxigénnel is elfogadható!)

b) $Q = I \cdot t$ (vagy ennek alkalmazása) *1 pont*

$t = 45,0 \text{ perc} = 2700 \text{ s}$, $I = 11,8 \text{ A}$, $Q = 2700 \text{ s} \cdot 11,8 \text{ A} = 31860 \text{ C}$ *1 pont*

1 mol e^- átmenetéhez 96500 C-ra van szükség ($F = 96500 \text{ C/mol}$) *1 pont*

$n(\text{e}^-) = 318600 \text{ C} / 96500 \text{ C/mol} = 0,330 \text{ mol}$ *1 pont*

$n(\text{O}_2) = n(\text{e}^-)/4 = 0,0825 \text{ mol}$ *1 pont*

$V(\text{O}_2) = 0,0825 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2,02 \text{ dm}^3$ *1 pont*

$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{O}_2) \cdot 2/3 = 0,0550 \text{ mol}$ *1 pont*

$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,6 \text{ g/mol}$, $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 8,78 \text{ g}$ *1 pont*

c) A működés során változik (csökken) a víz mennyisége, mert vízbontás történik. *1 pont*

Az elbomlott víz mennyisége: $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{e}^-) / 2 = 0,165 \text{ mol}$ *1 pont*

$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,165 \text{ mol} \cdot 18,0 \text{ g/mol} = 2,97 \text{ g}$ *1 pont*

$V(\text{H}_2\text{O}) = 2,97 \text{ cm}^3$, tehát **2,97 cm³**-rel csökken a víz térfogata *1 pont*

($\Delta V(\text{H}_2\text{O}) = -2,97 \text{ cm}^3$)

15. Határozza meg annak a kristályvizes fém-kloridnak a képletét, amelynek
- fémtartalma 19,5 tömegszázalék,
 - 5,33 grammjából készült oldatából az összes fémion leválasztása 5,00 A áramerősséggel 19,3 percig tart! (2015. május II.)

Megoldás: (11 pont)

Faraday-törvény ismerete (vagy helyes használata):

1 pont

$$Q = (19,3 \cdot 60) \text{ s} \cdot 5 \text{ A} = 5790 \text{ C}$$

1 pont

$$n(e^-) = 5790 \text{ C} : 96500 \text{ C/mol} = 0,06 \text{ mol}$$

1 pont

$$m(\text{fém}) = 5,33 \cdot 0,195 = 1,04 \text{ g}$$

1 pont

$$M(\text{fém}) = 1,04 : (0,06/z) = 17,33z \quad \text{ahol } z \text{ a fémion töltése}$$

2 pont

$$z = 3\text{-ra adódik megoldás, ekkor } M = 52,0 \text{ g/mol, vagyis a fém a króm}$$

1 pont

A kristályvizes só képlete: $\text{CrCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

1 pont

$$M(\text{CrCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 52 : 0,195 = 266,7 \text{ g/mol}$$

1 pont

$$\text{A kristályvíz meghatározása: } 266,7 = 52 + 3 \cdot 35,5 + 18x, x = 6$$

1 pont

A képlet: **$\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$**

1 pont

16. 500,0 g, 11,0 tömegszázalékos nátrium-klorid-oldatot indifferens elektródok között elektrolizáltunk 32,0 A erősségű árammal a klórfejlődés megszűnéséig.
- Írja fel az elektrolizáló cellában lejátszódó összesített (bruttó) reakciót!
 - Mennyi ideig tartott az elektrolízis?
 - Hány tömegszázalékos lesz az elektrolízis befejezése után visszamaradó oldat?
 - Hány dm^3 térfogatúra kell hígítani a kapott oldatot, ha abból 13,0-as pH-jú oldatot akarunk készíteni? (2016. május II.)

Megoldás: (14 pont)

- a) $2 \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH}$ **2 pont**
(1 pont a helyes képletekért, 1 pont a rendezésért)
- b) $m(\text{oldat}) = 500,0 \text{ g}$, $m(\text{NaCl}) = 500 \text{ g} \cdot 0,11 \text{ g} = 55,0 \text{ g}$
 Az oldatban levő NaCl anyagmennyisége:
 $n(\text{NaCl}) = 55,0 \text{ g} / 58,5 \text{ g/mol} = 0,94 \text{ mol}$. **1 pont**
 Az elektrolízis során áthaladó elektron mennyisége $n(e^-) = 0,94 \text{ mol}$. **1 pont**
 A szükséges töltésmennyiség: $Q = n \cdot F$ (vagy ennek alkalmazása)
 $Q = 0,94 \cdot \text{mol} \cdot 96500 \text{ C/mol} = 90726,5 \text{ C}$ **1 pont**
 A szükséges idő:
 $I = 32,0 \text{ A}$, $t = Q/I = 90726,5 \text{ As} / 32 \text{ A} = 2835,2 \text{ s} = 47,3 \text{ perc}$ **1 pont**
- c) az elektrolízis során keletkezett NaOH mennyisége:
 $n(\text{NaOH}) = n(e^-) = 0,940 \text{ mol}$ **1 pont**
 $M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g/mol}$, $m(\text{NaOH}) = 37,6 \text{ g}$ **1 pont**
 a kiindulási oldat tömege a keletkezett H_2 és Cl_2 tömegével csökken
 $n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) = 0,470 \text{ mol}$, $m(\text{H}_2) + m(\text{Cl}_2) = 0,940 \text{ g} + 33,37 \text{ g} = 34,31 \text{ g}$ **1 pont**
 $m(\text{oldat}) = 500,0 \text{ g} - 34,31 \text{ g} = 465,69 \text{ g}$ **1 pont**
tömeg%: $(37,6 \text{ g} / 465,69 \text{ g}) \cdot 100 = 8,07 \%$ **1 pont**
- d) az elektrolízisben keletkezett OH^- anyagmennyisége (NaOH anyagmennyisége)
 $n(\text{OH}^-) = n(e^-) = 0,940 \text{ mol}$ **1 pont**
 $\text{pH} = 13,0$, a készítendő NaOH-oldat koncentrációja:
 $c(\text{OH}^-) = c(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3$ **1 pont**
 $V(\text{oldat}) = 0,940 \text{ mol} / 0,100 \text{ mol/dm}^3 = 9,40 \text{ dm}^3$ **1 pont**

17. 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: $(1200 \text{ kg} / 4800 \text{ kg}) \cdot 100 = 25,00 \%$ *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*
 $V(\text{NaOH-oldat}) = 1568 \text{ kg} / 1,53 \text{ g/cm}^3 = 1025 \text{ dm}^3 = 1,025 \text{ m}^3$ *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: $m(\text{Hg}) = 0,6958 \cdot 2,00 \text{ g} = 1,392 \text{ g}$ *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*
 $t = Q/I = 1,8914 \cdot 10^9 \text{ C} / 2500 \text{ A} = 756560 \text{ s} = 210,1 \text{ h}$ *1 pont*

18. Durranógázt állítunk elő nátrium-szulfát-oldat elektrolízisével.

- a) Határozza meg az elektrolízis során fejlődő, száraz (vízgőztől mentesített) durranógáz azonos állapotú levegőre vonatkoztatott sűrűségét, ha a levegő átlagos moláris tömege 29,0 g/mol!
- b) Pontosan 1,00 órán keresztül, grafitelektródok között elektrolizálva nátrium-szulfát-oldatot, 2,00 dm³ 21,0 °C-os, 95,0 kPa nyomású száraz durranógázt állítottunk elő. Határozza meg az alkalmazott átlagos áramerősséget!
- c) Valójában vízgőzzel telített gáz távozik az elektrolizáló cellából. A kísérleti körülményeink között a gáz vízgőztartalma 2,60 térfogatszázalék. Számítsa ki, mekkora volt a távozó gáz összes térfogata (21,0 °C-on és 95,0 kPa nyomáson), ha 2,00 dm³ száraz durranógázt állítottunk elő! Határozza meg a vízgőzzel telített gázelegy azonos állapotú levegőre vonatkoztatott sűrűségét!
- (2018. október)

Megoldás: (13 pont)

- a) A durranógáz 2 : 1 anyagmennyiség-arányban tartalmazza a H₂-t és O₂-t. **1 pont**
 Az átlagos moláris tömeg ezért a moláris tömegek alapján:

$$\overline{M} = \frac{2 \cdot 2,02 \text{ g/mol} + 32,0 \text{ g/mol}}{3} = 12,01 \text{ g/mol} \quad \textbf{1 pont}$$
 A relatív sűrűség: $d = \frac{\overline{M}(\text{elegy})}{\overline{M}(\text{levegő})} = 12,01 \text{ g/mol} : 29,0 \text{ g/mol} = \textbf{0,414} \quad \textbf{1 pont}$
- b) $pV = nRT \rightarrow n = \frac{pV}{RT}$
 (a gáztörvény képletének megfelelő átrendezéseért vagy helyes alkalmazásáért) **1 pont**

$$n = \frac{95,0 \text{ kPa} \cdot 2,00 \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{kPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{K mol}} \cdot 294 \text{ K}} = 0,07773 \text{ mol} \quad \textbf{1 pont}$$
 A H₂O = H₂ + ½ O₂ egyenlet alapján az elbomlott víz:
 0,07773 mol : 1,5 = 0,05182 mol **1 pont**
 1 mol H₂O elbontásához 2 F töltésre van szükség
 (vagy: H₂O $\xrightarrow{2F}$ H₂ + ½ O₂) **1 pont**
 0,05182 mol víz elbontásához: 0,05182 · 2 · 96 500 C = 10 001 C szükséges **1 pont**
 Az elektrolízis időtartamából:
 $Q = It \rightarrow I = Q/t = 10\,001 \text{ C} : 3600 \text{ s} = \textbf{2,78 A.} \quad \textbf{1 pont}$
 (Az utóbbi 3 pont az egyesített Faraday-törvény alapján történő számításra is megadható:

$$m = \frac{M}{zF} It \rightarrow I = \frac{mzF}{Mt} = \frac{nzF}{t} = \frac{0,05182 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96\,500 \text{ C/mol}}{3600 \text{ s}} = 2,78 \text{ A})$$
- c) A nedves gázelegyben: 100% – 2,6% = 97,4 térfogatszázalék a H₂–O₂ elegy.
 Avogadro-törvénye értelmében ez ugyanolyan hőmérsékleten és nyomáson továbbra is 2,00 dm³. **1 pont**
 A teljes gázelegy térfogata: 2,00 dm³ : 0,974 = **2,05 dm³**. **1 pont**
 A 97,4 térfogatszázalékból: 97,4 : 3 = 32,47% O₂ és így 64,93% a hidrogén.
 Az új gázelegy átlagos moláris tömege:

$$\overline{M} = 0,3247 \cdot 32,0 \text{ g/mol} + 0,6493 \cdot 2,02 \text{ g/mol} + 0,026 \cdot 18,0 \text{ g/mol} = 12,17 \text{ g/mol} \quad \textbf{1 pont}$$
 A relatív sűrűség: $d' = \frac{\overline{M}(\text{elegy})}{\overline{M}(\text{levegő})} = 12,17 \text{ g/mol} : 29,0 \text{ g/mol} = \textbf{0,420} \quad \textbf{1 pont}$

19. Ezüstbevonatok készítésére többféle módszert ismerünk. Az egyik módszer (melyet mikroelektronikai eszközök készítésénél használnak, és mártóezüstözésnek neveznek) szerint zsírtalanított és felületi oxidrétegtől megszabadított rézlemez kis koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatba mártanak.

a) Írja fel a lejátszódó folyamat ioneqyenletét!

b) Mennyivel változott a rézlemez tömeqe, ha 0,340 g ezüst-nitrát felhasználásával készült oldatból az ezüstionok 80,0 %-át választottuk ki? Ezüstbevonat készítéséhez szerves redukálószereket is használhatunk.

c) Az alábbiak közül melyik oldat használható ilyen bevonat készítésére?

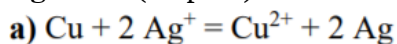
	Etanol vizes oldata	Aceton vizes oldata	Acetaldehid vizes oldata
Tömegszázalék	40,0	20,0	16,0
Sűrűség (g/cm³)	0,935	0,969	1,00

Az oldat megnevezése: _____

d) A már említett, 0,340 g ezüst-nitrát felhasználásával készült oldatból az összes ezüstiont szeretnénk leválasztani a c) feladatban megjelölt oldat segítségével. Mekkora térfogatú oldatra van szükség? Írja fel a lejátszódó folyamat reakcióeqyenletét is!

(2019. május id.)

Megoldás: (12 pont)



1 pont

b) Az oldatban lévő ezüstionok kiindulási anyagmennyiséqe:

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{0,340 \text{ g}}{169,9 \text{ g/mol}} = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = n(\text{Ag}^+)_{\text{összes}}$$

1 pont

A reagáló ezüstionok anyagmennyiséqe és tömeqe:

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{reag}} = 0,8 \cdot 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{Ag}^+)_{\text{reag}} = 107,9 \text{ g/mol} \cdot 1,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,173 \text{ g}$$

1 pont

A reagáló réz anyagmennyiséqe és tömeqe:

$$n(\text{Cu})_{\text{reag}} = 8,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

1 pont

$$m(\text{Cu})_{\text{reag}} = 8,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 63,55 \text{ g/mol} = 5,08 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

1 pont

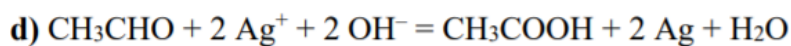
A lemez tömegének változása:

$$\Delta m_{\text{lemez}} = 0,173 \text{ g} - 5,08 \cdot 10^{-2} \text{ g} = \mathbf{0,122 \text{ g}}$$

1 pont

c) Acetaldehid vizes oldata

1 pont



1 pont

Az összes ezüstion leválasztásához szükséges acetaldehid anyagmennyisége:

$$n(\text{CH}_3\text{CHO}) = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

1 pont

$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 44,05 \text{ g/mol} = 4,40 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

1 pont

Az acetaldehidoldat tömege és térfogata:

$$m_{\text{oldat}} = \frac{4,40 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{0,160} = 0,275 \text{ g}$$

1 pont

$$V_{\text{oldat}} = \frac{m_{\text{oldat}}}{\rho_{\text{oldat}}} = \mathbf{0,275 \text{ cm}^3}$$

1 pont

20. 204 g tömegű, 10,0 tömegszázalékos ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálunk platinaelektrodokkal. Az anódon 0,588 dm³ térfogatú, 25 ° C-os, standard légköri nyomású gáz keletkezett. (A katódon gázfejlődést nem tapasztaltunk, a nitrácion egyik elektródon sem alakult át.)

a) Írja fel az elektródfolyamatok egyenletét!

Katód:

Anód:

b) Számítsa ki, mekkora tömegű fém vált le a katódon!

c) Számítsa ki, mekkora elektromos töltés haladt át a cellán! Az elektrolízis befejeztével az oldatot desztillált vízzel 5,00 dm³ végtérfogatra hígítjuk.

d) Számítsa ki a hígítás után kapott oldat pH-ját!

(2019. október)

Megoldás: (9 pont)

a) Katódreakció: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$

1 pont

Anódreakció: $2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$

1 pont

(vagy: $6 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 4 \text{e}^-$)

(Ha helyesen írja fel a reakcióegyenleteket, de a pólusokat felcseréli: 1 pont adható a feladatrésze.)

b) Az anódon keletkező oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = \frac{0,588 \text{ dm}^3}{24,5 \text{ dm}^3 / \text{mol}} = 2,40 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

1 pont

A katódon leváló ezüst anyagmennyisége:

$$n(\text{Ag}) = 4 \cdot 2,40 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 9,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol};$$

1 pont

$$\text{tömege: } m(\text{Ag}) = 9,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 108 \text{ g/mol} = 10,4 \text{ g}$$

1 pont

c) A cellán áthaladt elektronok anyagmennyisége:

$$n(\text{e}^-) = n(\text{Ag}) = 9,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

A cellán áthaladt elektromos töltésmennyiség:

$$Q = 9,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol} = 9264 \text{ C} \approx 9,26 \cdot 10^3 \text{ C}$$

1 pont

d) A keletkező oxónium-ionok anyagmennyisége és anyagmennyiség-koncentrációja:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 9,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \text{ és } c(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{9,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{5,00 \text{ dm}^3} = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+) = 1,72$$

2 pont

21. 10,0 tömegszázalékos, 1,117 g/cm³ sűrűségű réz(II)-szulfát-oldat áll a rendelkezésünkre. Ezen kívül ismerjük, hogy 100 g víz 20,0 °C-on 20,7 g vízmentes réz(II)-szulfátot képes oldani, a telített oldat sűrűsége pedig 1,202 g/cm³.

a) 100 cm³ 10,0 tömegszázalékos réz(II)-szulfát-oldatban még hány gramm rézgálicot (CuSO₄ · 5 H₂O) oldhatunk fel 20,0 °C-on?

b) A keletkezett telített oldatból kiveszünk 100 cm³ -t. Ennek az oldatnak grafit anóddal történő elektrolízisével egy 10,0 cm² összfelületű fémlemez kívánunk rézzel bevonni. A rézbevonat vastagsága 0,500 mm. (Tekintsük a bevonandó felületet 10,0 cm² síkfelületnek.) Az elektrolízist nagyon óvatosan, kis feszültséggel, 500 mA áramerősséggel végezzük. Hány órán keresztül kell elektrolizálni? Hány tömegszázalék réz(II)-szulfátot tartalmaz az oldat az elektrolízis befejeztével? (A réz sűrűsége 8,96 g/cm³.)

(2020. május)

Megoldás: (14 pont)

a) 100 cm³ oldat tömege 111,7 g, benne: 11,17 g CuSO₄. 1 pont

A telített oldat: 20,7/120,7 = 0,1715, azaz 17,15 tömegszázalékos. 1 pont

$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ g/mol}$; $M(\text{CuSO}_4) = 159,5 \text{ g/mol}$

Ha x g CuSO₄ · 5 H₂O-ra van szükség,

akkor az oldottanyag-tartalom $\frac{159,5}{249,5}x$ grammal nő. 1 pont

Az oldat tömege viszont x grammal nő.

A keletkező oldatra felírható:

$$\frac{11,17 + \frac{159,5}{249,5}x}{111,7 + x} = 0,1715$$

1 pont

Ebből $x = 17,1$, vagyis **17,1 g rézgálicot** lehet még feloldani. 1 pont

b) 10,0 cm² rézbevonat: $V = 10,00 \text{ cm}^2 \cdot 0,0500 \text{ cm} = 0,500 \text{ cm}^3$ réz.

$m(\text{Cu}) = 0,500 \text{ cm}^3 \cdot 8,96 \text{ g/cm}^3 = 4,48 \text{ g}$.

4,48 g réz anyagmennyisége: $4,48 \text{ g} / 63,5 \text{ g/mol} = 0,07055 \text{ mol}$. 1 pont

Ehhez a $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ egyenlet alapján:

$2 \cdot 0,07055 \text{ mol} = 0,1411 \text{ mol}$ elektron kell,

$Q = 0,1411 \text{ mol} \cdot 96\,500 \text{ C/mol} = 13\,616 \text{ C}$ töltés. 1 pont

A szükséges idő: $13\,616 \text{ C} : 0,500 \text{ A} = 27\,232 \text{ s} = \mathbf{7,56 \text{ h}}$ 1 pont

100 cm³ telített oldat tömege: 120,2 g, benne:

$120,2 \text{ g} \cdot 0,1715 = 20,61 \text{ g CuSO}_4$ 1 pont

A réz(II)-szulfát-tartalom csökkenése: $0,07055 \text{ mol} \cdot 159,5 \text{ g/mol} = 11,25 \text{ g}$

A maradék réz(II)-szulfát tömege: $20,61 \text{ g} - 11,25 \text{ g} = 9,36 \text{ g}$ 1 pont

Az anódon távozó oxigén:

$\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{2F} \text{Cu} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}^+$ (vagy ennek alkalmazása) 1 pont

0,07055 mol réz mellett: $0,07055 \text{ mol} : 2 = 0,03528 \text{ mol O}_2$ távozik.

Ennek tömege: $0,03528 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 1,13 \text{ g}$. 1 pont

Az oldat tömege az 4,48 g rézzel és az anódon távozó oxigénnel csökken:

$120,2 \text{ g} - 4,48 \text{ g} - 1,13 \text{ g} = 114,6 \text{ g}$. 1 pont

A réz(II)-szulfát-tartalom: $9,36 \text{ g} / 114,6 \text{ g} = 0,0817$,

azaz **8,17 tömegszázalék**. 1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

22. 150,0 cm³ térfogatú, 0,200 mol/dm³ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot elektrolizáltunk platinaelektrodok felhasználásával. A katódon csak fémleválás történik. Az elektrolízis végén megmaradt oldathoz nátrium-klorid-oldatot öntöttünk feleslegben. Ekkor 2,866 g tömegű csapadék vált ki az oldatból.

a) Írja fel az elektródfolyamatok és a csapadékképződéssel járó reakció ionegegyenletét!

katódfolyamat:

anódfolyamat:

csapadékképződés:

b) Számítsa ki, mekkora térfogatú 98,5 kPa nyomású, 27,0 °C hőmérsékletű gáz keletkezett az elektrolízis során!

c) Mennyi ideig tartott az elektrolízis, ha 2,00 A erősségű áramot alkalmaztunk? (2020. október)

Megoldás: (8 pont)

a) katódfolyamat: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$

anódfolyamat: $6 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 4 \text{e}^-$ (hidrogénionnal is elfogadható)

1 pont

(Csak mindkét elektródreakció helyes felírásáért jár pont.)

csapadékképződés: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$

1 pont

b) Az elektrolízis után az oldatban maradó ezüstionok anyagmennyisége egyenlő a leválasztott ezüst-klorid anyagmennyiségével:

$$n(\text{Ag}^+)_2 = n(\text{AgCl}) = \frac{2,866 \text{ g}}{143,3 \text{ g/mol}} = 2,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

1 pont

A kiindulási oldatban lévő ezüst-ionok anyagmennyisége:

$$n(\text{Ag}^+)_1 = 0,200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,150 \text{ dm}^3 = 3,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Az elektrolízissal leválasztott ezüst-ionok anyagmennyisége, amely a katódegyenletből következően a cellán áthaladt elektronok anyagmennyiségét is jelenti:

$$\Delta n(\text{Ag}^+) = (3,00 \cdot 10^{-2} - 2,000 \cdot 10^{-2}) \text{ mol} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = n(\text{e}^-)$$

1 pont

Ideális gázok állapotegyenletének ismerete ($pV = nRT$)

1 pont

Az anódon felszabaduló gáz térfogata:

$$V(\text{O}_2) = \frac{nRT}{p} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 300}{9,85 \cdot 10^4} \text{ m}^3 = 6,33 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

1 pont

c) A cellán áthaladt töltésmennyiség:

$$Q = n(\text{e}^-) \cdot F = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = 965 \text{ C}$$

1 pont

Az elektrolízis időtartama:

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{965 \text{ C}}{2,00 \text{ A}} = 483 \text{ s}$$

1 pont

23. A sportviadalokon elnyerhető érmek nem feltétlenül mindig azt tartalmazzák, mint amit a nevük alapján gondolnánk. A nagy versenyeken az aranyérem általában arannyal bevont ezüst, az ezüstérem többnyire valóban tiszta ezüstöt tartalmaz. A bronzérem mindig a réz ötvözte, de nem biztos, hogy ónt tartalmaz.

A vizsgált érmek tömege legyen minden esetben 100 gramm.

a) Az ezüstérem (tiszta ezüst) $1,26 \cdot 10^{22}$ db-bal több atomot tartalmaz, mint az „aranyérem” (arannyal bevont ezüst). Hány tömegszázalék aranyat tartalmaz az „aranyérem”? $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

b) A 100 grammos ezüstérmet tömény (65 tömegszázalékos) salétromsavoldatban feloldottuk. Elvileg mekkora térfogatú 32,0 °C-os, 115 kPa nyomású (egykomponensű) gáz fejlődik a reakció során? Írja fel az oldás során lejátszódó reakció egyenletét is!

c) A bronzérem összetételével azonos, 100 gramm tömegű, kétkomponensű fémkeverék csupán 8,50 tömegszázaléka oldódik fel sósavban. A kapott oldatot felhígítottuk, majd elektrolizáltuk. 4,40 A-es áramerősség alkalmazásával az összes fémion leválasztásához 95,0 percre volt szükség. Számítással határozza meg, hogy a réz mellett melyik fémet tartalmazta a „bronzérem”! (Az elektrolízis során a katódon gázfejlődést nem tapasztaltunk.)

(2021. május id.)

Megoldás: (14 pont)

- a) Az atomok számának különbségét az x gramm aranyban, illetve az x gramm ezüstben lévő atomok számának különbsége adja. *1 pont*
 $n = (1,26 \cdot 10^{22}) : 6,02 \cdot 10^{23} = 0,0209 \text{ mol}$
 $(x:108) - (x:197) = 0,0209$ *2 pont*
 $x = 5,0$
5,0 m/m% (5,00 m/m%) aranyat tartalmaz a keverék. *1 pont*
- b) $\text{Ag} + 2 \text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ *1 pont*
 $n(\text{NO}_2) = n(\text{Ag}) = 100 \text{ g} : 108 \text{ g/mol} = 0,926 \text{ mol}$ *1 pont*
A gáztörvény ismerete *1 pont*
 $V = [(0,926 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \cdot 305 \text{ K}) : 115 \text{ kPa}] = 20,4 \text{ dm}^3$ *1 pont*
- c) A Faraday-törvény(ek) ismerete *1 pont*
 $n(e^-) = (4,4 \text{ A} \cdot 95 \cdot 60 \text{ s}) : 96500 \text{ C/mol} = 0,260 \text{ mol}$ *1 pont*
Mivel a réz nem oldódik sósavban, a keresett fém tömege 8,5 g, töltése legyen z , moláris tömege $M \text{ g/mol}$ *1 pont*
 $M = 8,5 : (0,26 : z) = 32,7z$ *2 pont*
 $z = 2$ esetén $M = 65,4 \text{ g/mol}$, vagyis a keresett fém a *cink*. *1 pont*

24. Egy ismeretlen fém nitrátjának oldatát elektrolizáltuk 10,0 A áramerősséggel. Az oldatban lévő összes fémion leválasztásához 386 másodpercre volt szükség. A kiváló fém tömege 1,10 grammnak adódott. Az elektrolízis végén kapott oldatot 500 cm³ -re hígítottuk, majd megmértük a pH-ját.

a) Számítással állapítsa meg, hogy mi volt az ismeretlen fém!

b) Írja fel az elektródfolyamatokat a pólusok megjelölésével!

c) Mennyi volt a hígított oldat pH-ja?

(2022. október)

Megoldás: (9 pont)

a) $It = n(e^-) \cdot F$ (vagy ennek használata)

1 pont

$$n(e^-) = (10 \text{ A} \cdot 386 \text{ s}) : 96500 \text{ C/mol} = 0,0400 \text{ mol}$$

1 pont

Jelölje *Me* a fémet, *z* a vegyértékét, *M* a moláris tömegét.

$$n(\text{Me}) = \frac{0,04}{z} \text{ mol}$$

1 pont

$$M(\text{Me}) = \frac{1,10 \text{ g}}{\frac{0,04}{z} \text{ mol}} = 27,5z \text{ g/mol}$$

1 pont

Ennek megfelelő fém: $z = 2$, $M = 55,0 \text{ g/mol} \rightarrow$ a **mangán**

1 pont

b) Negatív pólus: $\text{Mn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mn}$

1 pont

Pozitív pólus: $3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 0,5 \text{ O}_2 + 2 \text{ H}_3\text{O}^+ + 2 e^-$

1 pont

(A katódfolyamat általánosan felírva is elfogadható.

Ha rossz a pólusok jelölése, max. 1 pont adható.)

c) $n(e^-) = n(\text{H}^+) = 0,0400 \text{ mol}$

$$[\text{H}^+] = 0,0400 \text{ mol} : 0,500 \text{ dm}^3 = 0,0800 \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

$$\text{pH} = -\lg 0,08 = 1,10$$

1 pont

25. 150 g réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk 2,00 A állandó áramerősséggel grafitelektródok között. Az összes réz(II)ion redukciójához pontosan 90,0 percre volt szükség. (A katódon eközben nem volt megfigyelhető gázfejlődés.)

- a) Határozza meg, hány tömegszázalékos volt kezdetben a réz(II)-szulfát-oldat!
 b) Milyen oldott anyagot tartalmaz az elektrolízis végén az oldat? Számítsa ki, hány tömegszázalékos!

(2023. május)

Megoldás: (11 pont)

- a) Az elektrolízis során felhasznált töltés:

$$Q = I \cdot t = 2,00 \text{ A} \cdot 90 \cdot 60 \text{ s} = 10\,800 \text{ C}$$

1 pont

$$\text{Ez: } n(e^-) = 10\,800 \text{ C} : 96\,500 \text{ C/mol} = 0,1119 \text{ mol elektront jelent.}$$

1 pont

A redukált réz(II)ionok anyagmennyisége a $\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}$ egyenlet alapján:

$$n(\text{Cu}^{2+}) = 0,1119/2 = 0,0560 \text{ mol}$$

1 pont

0,0560 mol CuSO_4 volt az oldatban:

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,0560 \text{ mol} \cdot 159,5 \text{ g/mol} = 8,93 \text{ g}$$

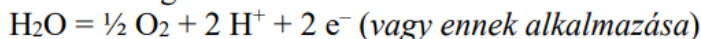
1 pont

$$\text{Az oldat töménysége: } \frac{8,93 \text{ g}}{150 \text{ g}} \cdot 100 = 5,95 \text{ tömegszázalék.}$$

1 pont

- b) Az oldat végül **kénsavat** tartalmaz.

1 pont



1 pont

0,0560 mol Cu^{2+} mellett ugyanennyi szulfácion volt, így ugyanennyi kénsav keletkezett:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0560 \text{ mol} \cdot 98,1 \text{ g/mol} = 5,49 \text{ g}$$

1 pont

Az oldat tömege a távozó réz és oxigén tömegével csökken:

$$m(\text{Cu}) = 0,0560 \text{ mol} \cdot 63,5 \text{ g/mol} = 3,56 \text{ g}$$

1 pont

0,0560 mol Cu mellett 0,0280 mol O_2 fejlődik:

$$m(\text{O}_2) = 0,0280 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 0,900 \text{ g}$$

1 pont

$$m(\text{oldat}) = 150 \text{ g} - 3,56 \text{ g} - 0,900 \text{ g} = 145,5 \text{ g}$$

Az oldat tömegszázalékos kénsavtartalma:

$$\frac{5,49 \text{ g}}{145,5 \text{ g}} \cdot 100 = 3,77 \text{ tömegszázalék.}$$

1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)