

Számolási feladatok

- 1) 500 g tömegű 12,5 (m/m)%-os CuSO₄-oldatot elektrolizálunk állandó, 6,0 A-es áramerősség mellett. A berendezést úgy állítjuk össze, hogy a katódnak fémreztet, anódnak pedig olyan grafitot használunk, amelynek 20,0 cm² felületű, oldatba merülő részét 0,50 mm vastag rézbevonat borítja egyenletesen. (Az egyszerűség kedvéért ne foglalkozunk az elektród pontos geometriai paramétereivel, alakjával.) Mennyi ideig nem fejlődik gáz az anódon? Számítsd ki az oldat (m/m)%-os összetételét az elektrolízis kezdete után 30 perccel, a gázfejlődés kezdetekor és az elektrolízis kezdete után két órával!

Állandók: A_r(Cu) = 63,55; A_r(S) = 32,07; A_r(O) = 16,00; A_r(H) = 1,01; ρ(réz) = 8,960 g/cm³; F = 96485 C/mol

A megoldást a rendelkezésre álló szövegdobozban az alábbi módon add meg:

- Katód folyamat;
- Anód folyamat a gázfejlődés megindulása előtt;
- Anód folyamat a gázfejlődés megindulása után;
- ?, ?? perc a gázfejlődés megindulásáig;
- Oldott anyagok koncentrációja ??, ?? (m/m)% formában kifejezve az elektrolízis kezdete után 30 perccel;
- Oldott anyagok koncentrációja ??, ?? (m/m)% formában kifejezve a gázfejlődés kezdetekor;
- Oldott anyagok koncentrációja ??, ?? (m/m)% formában kifejezve az elektrolízis kezdete után 2 órával.

Megoldás:

A redoxifolyamat a katódon: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

A redoxifolyamat az anódon a gázfejlődés megindulásáig: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

A redoxifolyamat az anódon a gázfejlődés megindulása után: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

Az anódon kezdetben a réz oxidálódik, mivel ehhez szükséges a legkevesebb energia (a Cu-Cu galvánelem elektromotoros ereje, így a bomlásfeszültsége is 0 V). Addig nem fejlődik gáz az anódon, amíg a réz jelen van az elektród felületén, és oldódik. Az anód oldatba merülő részét egyenletesen beborító réz tömege:

$$8,960 \text{ g/cm}^3 \cdot 20,0 \text{ cm}^2 \cdot 0,05 \text{ cm} = 8,960 \text{ g}$$

Ez a körülmény, azaz, hogy nem fejlődik gáz az anódon, addig tart, amíg ez a réztömeg beoldódik az oldatba, azaz Faraday elektrolízis törvényei alapján:

$$\frac{\frac{8,96 \text{ g}}{63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 2 \cdot 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}}{6,0 \text{ A}} = 4534,5 \text{ s} = \mathbf{75,58 \text{ perc}}$$

A CuSO₄-oldat összetétele eddig az időpontig változatlan (ugyanakkora tömegű réz kerül az oldatba az anódról, mint amennyi kiválik a katódra), így a **30. percben és a gázfejlődés megindulásának pillanatában is 12,5 (m/m)%-os az oldat réz(II)-szulfát tartalma**, és más oldott anyagot nem tartalmaz.

Az elektrolízis további ideje: $2 \cdot 3600 \text{ s} - 4534,5 \text{ s} = 2665,5 \text{ s}$. Ez alatt az idő alatt továbbra is Cu válik ki a katódra, míg az anódon a fentebb megadott folyamat szerint O₂ gáz fejlődik. Az eredeti oldat réz(II)-szulfát tartalma $500 \text{ g} \cdot 0,125 = 62,5 \text{ g}$ volt. A gázfejlődés megindulását követően a katódra kiváló réz anyagmennyisége:

$$\frac{6,0 \text{ A} \cdot 2665,5 \text{ s}}{2 \cdot 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,08288 \text{ mol}$$

tömege pedig

$$0,08288 \text{ mol} \cdot 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,267 \text{ g}$$

Az elektródfolyamatok alapján az anódon fejlődő oxigén anyagmennyisége a fenti anyagmennyiség fele, azaz 0,04144 mol, melynek tömege $0,04144 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 1,326 \text{ g}$.

Az oldat tömege tehát összességében $500,0 \text{ g} - 5,267 \text{ g} - 1,326 \text{ g} = 493,4 \text{ g}$ -ra csökken.

Az elektrolízis ezen szakasza során a leváló rézzel azonos anyagmennyiségű kénsav (H_2SO_4 , $M = 98,09 \text{ g/mol}$) képződik, melynek tömege $0,08288 \text{ mol} \cdot 98,09 \text{ g/mol} = 8,130 \text{ g}$. Továbbá az oldat CuSO_4 tartalma (CuSO_4 , $M = 159,62 \text{ g/mol}$) $0,08288 \text{ mol} \cdot 159,62 \text{ g/mol} = 13,229 \text{ g}$ -mal csökkent. Az oldat összetétele az elektrolízis megkezdése után két órával tehát:

$$\frac{62,5 \text{ g} - 13,229 \text{ g}}{493,4 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{9,99 (m/m)\% \text{ CuSO}_4}$$

és

$$\frac{8,130 \text{ g}}{493,4 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{1,65 (m/m)\% \text{ H}_2\text{SO}_4}$$

Pontozás:

- Az elektródfolyamatok helyes felírása 1-1-1 pont;
- A gázfejlődés megindulásáig eltelt idő (perc): 5 pont. (Ha csak s-ban adja meg az időt, akkor 1 pont levonás. Kerekítésekből adódó pontatlanság: 1 pont levonás. Komolyabb ($> 1 \%$ eltérés) a teljes pontszám elvesztésével jár.
- Annak helyes megállapítására, hogy az elektrolízis azon szakaszában, amíg nem fejlődik oxigén gáz, az oldat összetétele a kiindulási állapottal megegyező 1,5-1,5 pont jár (azaz, a 30 perc elteltével, illetve a gázfejlődés megindulásának pillanatára vonatkozó összetételre).
- 2 óra elteltével az oldat pontos CuSO_4 tartalma 3 pont, míg a helyes H_2SO_4 tartalom 4 pont. Kerekítésekből adódó pontatlanság: 1 pont levonás. Komolyabb ($> 1 \%$ eltérés) a teljes pontszám elvesztésével jár.

Összesen: 18 pont

- 2) Hány gramm $1,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú salétromsav-oldatra van szükség, $250,0 \text{ ml}$ $6,000$ tömeg%-os salétromsav oldat elkészítéséhez 20°C hőmérsékleten? Rendelkezésre álló adatok:

$M_r(\text{HNO}_3) = 63,01$

$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,02$

$$\rho_{1,5\% \text{HNO}_3}^{20^\circ\text{C}} = 1,0064 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_{3\% \text{HNO}_3}^{20^\circ\text{C}} = 1,0146 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_{6\% \text{HNO}_3}^{20^\circ\text{C}} = 1,0312 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_{9\% \text{HNO}_3}^{20^\circ\text{C}} = 1,0485 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Az eredményt négy értékes jegy pontossággal add meg a rendelkezésre álló szövegdobozban az alábbi módon:

- az oldott salétromsav anyagmennyisége;
- az oldatkészítéshez használt salétromsav-törzsoldat tömege.

Megoldás:

A készítendő oldat tömege számítható a 6%-os oldatra vonatkozó sűrűség felhasználásával (257,8 g). Az oldott salétromsav tömege ennek 6%-a, azaz 15,468 g, ami megfelel **0,2455 mol HNO₃**-nak. A törzsoldat térfogata számítható a koncentrációjának segítségével (0,1637 dm³). A salétromsav-törzsoldat tömegének számításához figyelembe kell venni, hogy az oldat sűrűsége függ az összetételtől, és a feladatban megadott négy sűrűségérték közül kettő felesleges. Az 1,5 M-os salétromsavoldatra vonatkozó adat el van rejtve, mint a 9 tömeg%-os oldat sűrűsége. A koncentráció-tömeg% kapcsolat felderítéséhez elegendő feltételezni, hogy az oldat sűrűsége kb. 1 g/cm³, így 100 cm³ 1,5 M-os oldat tömege kb. 100 g, a benne oldott anyag tömege pedig kb. 0,15 mol×63,1 = 9,465g, azaz az 1,5M-os oldat kb. 9%-os. A megadott sűrűséggel számolva a 100 cm³ oldat tömege 104,85 g, mely alapján az oldat pontosan 9,03 tömeg%-os.

A törzsoldat tömege 4 értékes jeggyel: 171,6 g.

Pontozás:

Az oldott salétromsav anyagmennyiségének helyes számítása: 4 pont (2 pont, ha számértékben megfelelő az érték, de rossz vagy nincs mértékegység, vagy a nagyságrend hibás). A salétromsav törzsoldat tömegének helyes számítása: 5 pont (1-1 pont levonással, ha a végeredmény nem négy értékes jegy pontossággal megadott, vagy ha nem g-ban adta meg az eredményt).

Összesen: 9 pont

- 3) A réz(I)szulfid vagy a réz(II)szulfid oldódik jobban vízben 20 °C-on, és hányszor nagyobb a molaritásban kifejezett oldhatósága a másikénál? Írd fel a két vegyület oldódásának sztöchiometriai egyenleteit is! Az egyenletekben az adott anyagféleség halmazállapotát / formáját is jelöld (zárójelben az adott anyag képlete után). A sztöchiometriai összetételt jelölő számok, illetve töltések alsó/felső indexbe helyezésétől eltekintünk, amennyiben ez nehezen vagy nem kivitelezhető a szövegdobozban. Rendelkezésre álló adatok:

$$L_{Cu_2S}^{20^\circ C} = 4,0 \times 10^{-48} M^3$$

$$L_{CuS}^{20^\circ C} = 9,0 \times 10^{-36} M^2$$

A megoldást a rendelkezésre álló szövegdobozban add meg (a számszerű eredményeknél négy értékes jegy pontossággal) az alábbiak szerint:

- réz(I)szulfid oldhatósága;
- réz(II)szulfid oldhatósága;
- a két vegyület oldhatóságának aránya;
- a két vegyület oldódásának sztöchiometriai egyenlete.

Megoldás:

A réz(I)-szulfid oldhatóságát jelöljük **S1**-gyel, a réz-(II)-szulfidét **S2**-vel. Az első esetben felírható az $L(Cu_2S) = [Cu^+]^2 \times [S^{2-}] = (2 \times S1)^2 \times S1$ egyenlet, amiből **S1** = 1×10^{-16} M.

A réz(II)-szulfidra az $L(CuS) = [Cu^{2+}] \times [S^{2-}] = S2^2$ egyenlet érvényes, így **S2** = 3×10^{-18} M. Az oldhatóságok arányából következik, hogy tiszta vízben, 20 °C-on, a Cu₂S 33,3-szor jobban oldódik, mint a CuS.

Pontozás:

Helyes oldódási egyenletek: 1-1 pont (0,5 pont, ha az adott egyenlet helyes, de a halmazállapotok nem, vagy hibásan vannak jelölve).

A két vegyület oldhatóságának nagyságai: 3 pont (Cu_2S) illetve 2 pont (CuS)

Az oldhatóságok aránya: 1 pont

Összesen: 8 pont

További feladatok

Relációanalízis

- 4) Állapítsa meg, hogy az alábbi mondatokban szereplő két állítás igaz vagy hamis, illetve, ha mindkét állítás igaz, van-e közöttük összefüggés vagy nincs.
- a) A vízből pozitív standard elektródpotenciálú fémekkel elemi hidrogént tudunk fejleszteni, ugyanis a H^+/H_2 redoxi rendszer standard redoxipotenciálja 0,0 V.
 - b) A víz elektrolízissel történő bontása során a két elektródon fejlődő gázzal azonos méretű (térfogatú) lufit tudunk fújni, hiszen a két elektródon átáramló töltés is szükségszerűen azonos.
 - c) A réz koncentrált kénsavban SO_2 gáz, míg híg kénsavban H_2 gáz fejlődése mellett oldódik, ugyanis a híg kénsav, illetve a szulfátion oxidáló képessége csekély.
 - d) Az úgynevezett amfoter fémek (pl. cink, alumínium) nem oxidáló savban és lúgban történő oldódása során is hidrogén gáz fejlődik, ugyanis a folyamatokban a fém oxidálódik, míg a reakciópartner (H^+ ill. H_2O) hidrogén tartalma redukálódik.
 - e) A tömény salétromsavban történő oldási kísérlet segítségével a fém ezüst és a fém arany megkülönböztethető, ugyanis sósavban mindkét fém oldódik, de tömény salétromsavban csak az ezüst.

Megoldás:

- a) első HAMIS / második IGAZ
- b) első HAMIS / második IGAZ
- c) első HAMIS / második IGAZ
- d) első IGAZ / második IGAZ és VAN kapcsolat
- e) első IGAZ / második HAMIS

Pontozás:

Minden helyes döntés: 1-1 pont

Többszörös választás

5) Döntse el az alábbi megállapítások közül, hogy melyik igaz, melyik hamis! Hibás válasz esetén pontlevonás jár (az adott válasz pontértékének 50 %-a)!

- 1) A periódusos rendszer egy adott oszlopában található elemekben a legkülső elektronhéjon elhelyezkedő elektronokat jellemző főkvantumszám azonos, de a mellékkvantumszám lehet különböző.
- 2) A periódusos rendszer egy adott periódusában található elemekben a vegyértékhéjon elhelyezkedő elektronokat jellemző főkvantumszám mindig azonos, de a mellékkvantumszám lehet különböző.
- 3) Az átmenetifémekben (periódusos rendszer 3B-12B oszlopainak elemei) a nem telített d alhéjon maximálisan 5 elektron lehet párosítatlan.
- 4) A periódusos rendszerben az elemek első ionizációs energiái az egyes periódusokban jellemzően balról-jobbra nőnek, míg az oszlopokban felülről lefelé csökkennek.
- 5) Az elemek izotópjainak tömegszáma eltérő, míg a rendszámuk és a neutronjaik száma megegyezik.
- 6) A nitrogén vegyértékhéján 5 elektron található, így maximum 5 kovalens kötést tud kialakítani egyéb elemek atomjaival.

Megoldás:

3, 4 állítás HELYES; 1, 2, 5, 6 állítás HELYTELEN

Pontozás:

Minden helyes döntés: 1 pont

6) Döntse el az alábbi megállapítások közül, hogy melyik igaz, melyik hamis! Hibás válasz esetén pontlevonás jár (az adott válasz pontértékének 50 %-a)!

- 1) A nyílt láncú alkánok olyan gáz halmazállapotú szénhidrogének, melyek összetétele egyértelműen leírható a C_nH_{2n+2} általános képlettel.
- 2) Az ecetsav (etánsav) forráspontja a molekula mérete alapján vártnál jóval magasabb a molekulák közötti hidrogénhidak miatt, ugyanakkor a hosszabb szénhidrogénlánc miatt ez a hatás már nem érvényesül a propionsav (propánsav) forráspontjában.
- 3) A propén HBr-addíciójának fő terméke a 2-Bróm-propán.
- 4) A 2-Bróm-butánból HBr-eliminációval egy olyan fő termék képződik, melynek cisz-transz izomerei vannak.
- 5) A klór kiválóan oldódik enyhén savas vizes oldatokban, amit az oldat pH-jának növelése gátol.
- 6) Telített szénhidrogének (pl. metán, etán, propán) és forró vízgőz reakciójában 1100 °C-körüli hőmérsékleten elemi szén keletkezik.

Megoldás:

3, 4 állítás HELYES; 1, 2, 5, 6 állítás HELYTELEN

Pontozás:

Minden helyes döntés: 1 pont

Egyszerű választás

7) Válassza ki az alábbi megállapítások közül a helyeset!

- A gyenge savak erős bázissal történő titrálásaihoz oly módon kell az indikátort megválasztani, hogy a titrálás ekvivalenciapontja az alkalmazott indikátor átcsapási tartományához a lehető legközelebb essen.
- A gyenge savak erős bázissal történő titrálásának ekvivalenciapontja semleges pH-n ($\text{pH} = 7$) található vagy az (enyhén) lúgos pH-tartományba esik.
- A gyenge bázisok erős savval történő titrálásainak végpontjelzésére az enyhén savas tartományban átcsapó indikátorok alkalmazhatók (a titrált bázistól függően kiválasztva), pl. metilvörös, metilnarancs stb.

Megoldás:

3. állítás HELYES

Pontozás:

A helyes döntés: 2 pont

8) Válassza ki az alábbi megállapítások közül a helyeset!

- A permanganometriás meghatározások során alkalmazhatunk visszatitrációs módszert is, amikor az ismeretlenhez feleslegben adagoljuk a kálium-permanganátot, majd a kb. $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hevített mintát egy alkalmas mérőoldattal visszatitráljuk.
- A kálium-permanganát mérőoldattal végzett közvetlen meghatározások végpontjelzésére rendszerint nincs szükségünk semmilyen indikátor vegyület alkalmazására.
- Jodometriás mérések során a nátrium-tioszulfát mérőoldattal végzett titrálások kezdetén adjuk a mintához a jóddal intenzív kék színű adduktumot adó keményítőt.

Megoldás:

2. állítás HELYES

Pontozás:

A helyes döntés: 2 pont

9) Válassza ki az alábbi megállapítások közül a helyeset!

Az alábbi nitrogéntartalmú vegyületek közül melyek azok, amelyek egy mólja csak egy mol N-atomot tartalmaz?

- A) ammónia, karbamid, piridin
- B) piridin, pirimidin, amino-ecetsav
- C) ammónia, anilin, nitro-benzol, piridin, pirrol
- D) pirrol, imidazol, amino-propionsav
- E) anilin, imidazol, purin, nitro-benzol

Megoldás:

C válasz a HELYES

Pontozás:

A helyes döntés: 2 pont

10) Válassza ki az alábbi megállapítások közül a helyeset!

A fehérjemolekula másodlagos szerkezetének nevezik

A) a molekulán belül kialakuló H-kötésekkel rendeződött részleteket

B) a polipeptidláncban egymást követő R-csoportok sorrendjét

C) a poliamidláncolat konformációját

D) a fehérjemolekula gömb vagy fonalas alakját

E) a fehérjemolekula egészének térszerkezetét

Megoldás:

A válasz a HELYES

Pontozás:

A helyes döntés: 2 pont

11) Válassza ki az alábbi megállapítások közül a helyeset!

Melyik anyag alkothat vizes közegű kolloid oldatot?

A) kőszó

B) kálium-palmitát

C) nátrium-benzoát

D) ezüst-acetát

Megoldás:

B válasz a HELYES

Pontozás:

A helyes döntés: 2 pont

12) Válassza ki az alábbi megállapítások közül a helyeset!

Negatív az oldáshő, ha

A) a folyamat endoterm

B) a rendszer energiát vesz fel a környezetétől

C) a rácsenergia nagyobb a hidratációs energiánál

D) a rácsenergia megegyezik a hidratációs energiával

E) egyik megállapítás sem igaz

Megoldás:

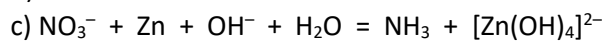
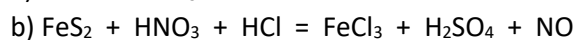
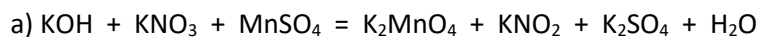
E válasz a HELYES

Pontozás:

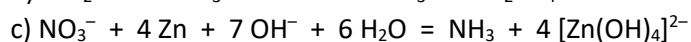
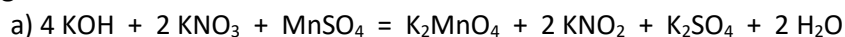
A helyes döntés: 2 pont

Egyenletrendezés

13) Egészítse ki az alábbi reakcióegyenleteket a megfelelő sztöchiometriai együtthatókkal!



Megoldás:



Pontozás:

Minden teljesen helyes kiegészítés: 2 pont. Ha nem tökéletes a kiegészítés, de redoxi szempontból korrekt (mind a reaktáns, mind a termék oldalon), akkor 1 pont

Teljes pontszám: 70 pont