

## 1. feladat

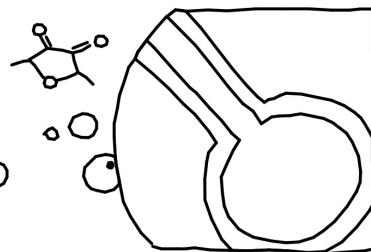
A csokoládénak nem csak az ízvilága izgalmas, hanem a szerkezete is. 6-féle polimorf módosulata létezik, melyek stabilitása (és olvadáspontja) az I.-től a VI.-ig nő. A számunkra legízletesebb polimorf módosulat az V., amely szobahőmérsékleten pár hónap alatt átalakul a stabilabb VI. módosulattá. Ezt a fénylő csokifelület helyett megjelenő világos jégvirágok, a ropogós tulajdonság megszűnése, illetve az olvadáspont növekedéséből adódó kevésbé intenzív és lassabban bekövetkező ízérzékelés jelzi. Ez mind abból adódik, hogy a csokoládé kakaóvaját tartalmaz, amely ezzel a polimorf tulajdonsággal rendelkezik.

A kakaóvaj különleges tulajdonsága, hogy háromféle szerkezetű zsírból áll. Ezek hagyományosan a glicerinből és 3 hosszú szénláncú zsírsavból levezethető észterek. Ezek közös tulajdonsága, hogy a középső lánc mindnél nyíltláncú és telítetlen, 18 szénatomszámú olajsavból származtatható, a szélső kettő lehet 16 vagy 18 szénatomszámú, telített és elágazás nélküli oldallánc.

- a) Hányféle ilyen molekula létezik? Rajzold fel a szerkezetüket!

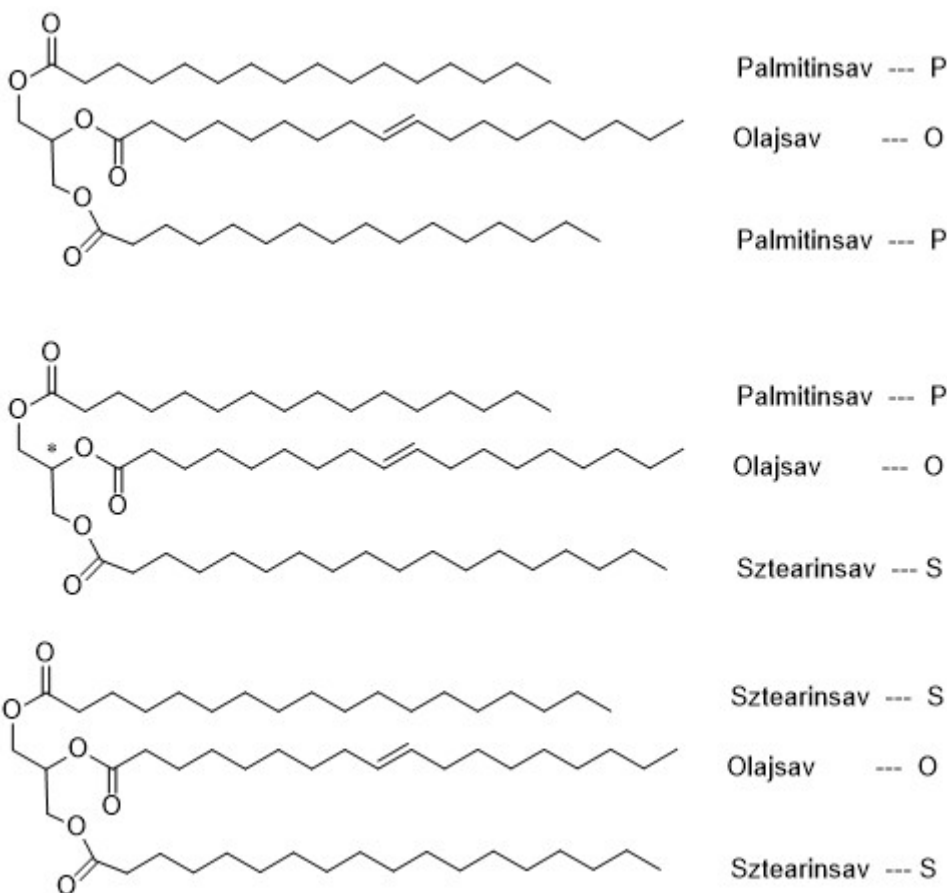
A természetben előforduló kakaóvaj egy 10,0 g-os mintáját 100 cm<sup>3</sup> 0,500 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldattal összeöntve teljes mértékben hidrolizáltuk. Ekkor a felesleg NaOH közömbösítésére 15,2 cm<sup>3</sup> 0,500 mol/dm<sup>3</sup>-es H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oldat fogyott. (Ar(H)=1,00 , Ar(O)=16,0 , Ar(C)=12,0)

- b) Milyen a kakaóvaj mólszázalékos összetétele a különböző szerkezetű zsírokra, ha tudjuk, hogy a királis változathoz van a legtöbb, és pont kétszerese a legritkább változat anyagmennyiségének? (A különböző kiralitású anyagokat egy szerkezetűnek számoljuk.)



Megoldás:

- a) 3 féle ilyen molekula létezik, ugyanis a középső lánc minden esetben olajsavból származik, míg a szélső lánc palmitinsav (16 szénatomos telített, elágazásmentes zsírsav) vagy sztearinsav (18 szénatomos telített, elágazásmentes zsírsav), lehet. Így lehet olyan molekula, ahol különböző a két szélső zsírsav (jelöljük POS-ként), illetve van szélen csak palmitinsavat (POP) és csak sztearinsavat tartalmazó molekula (SOS).



- b)  $15,2 \text{ cm}^3$   $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oldatban  $7,60 \text{ mmol}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  található. Mivel  $1 \text{ mol}$  kénssav  $2 \text{ mol}$   $\text{NaOH}$ -t közönbösít, ezért  $15,2 \text{ mmol}$   $\text{NaOH}$  maradt feleslegben a hidrolízis után. Mivel eredetileg a  $100 \text{ cm}^3$   $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es  $\text{NaOH}$  oldatban  $50 \text{ mmol}$   $\text{NaOH}$  volt, ezért a hidrolízis során  $34,8 \text{ mmol}$  fogyott. Mivel mindegyik molekula a 3-érték glicerinnél származtatható, ezért a hidrolízishez minden esetben  $3$  ekvivalens  $\text{NaOH}$  szükséges. Ez azt jelenti, hogy a  $10 \text{ g}$  minta anyagmennyisége  $11,6 \text{ mmol}$  volt.

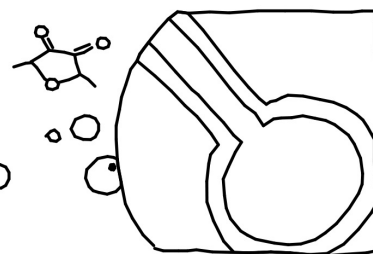
$$M_{\text{átlag}} = \frac{m_{\text{minta}}}{n_{\text{minta}}} = \frac{10,0}{0,0116} = 862,07 \text{ g/mol}$$



Első forduló: 2018. november 9.

# Kémia megoldókulcs

XII. Dürer Verseny



A 3 molekula móltömege könnyen kiszámolható:

$$M_{\text{POS}} = M_{\text{C}_{55}\text{H}_{104}\text{O}_6} = 860 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{SOS}} = M_{\text{C}_{57}\text{H}_{108}\text{O}_6} = 888 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{POP}} = M_{\text{C}_{53}\text{H}_{100}\text{O}_6} = 832 \text{ g/mol}$$

Vegyünk 1 mol mintát, ennek tömege 862,07 g. A királis változat a POS-ként jelölt molekula, ennek anyagmennyiségét jelöljük  $2x$ -szel. Tudjuk, hogy az a molekula, amelyik a legritkább a 3 közül pontosan fele ekkora anyagmennyiséggel (azaz  $x$  mol-lal) szerepel. Tegyük fel, hogy az SOS-jelű molekulából van  $x$  mol. Ekkor a POP-jelűből  $1-3x$  mol van, azaz felírható a minta tömegére a következő egyenlet:

$$\begin{aligned} 862,07 &= 860 \cdot 2x + 888 \cdot x + 832 \cdot (1-3x) \\ 30,07 &= 112x \\ 0,268 &= x \end{aligned}$$

Ez alapján 26,8 % SOS, 53,6 % POS és 19,6 % SOS található a mintában. Ezzel viszont ellentmondásra jutottunk ugyanis a SOS jelű molekula nem a legkisebb arányban előforduló molekula a 3-ból. Tehát ez nem jó megoldás.

Tegyük fel, hogy a POP-jelű molekulából van  $x$  mol. Ekkor az SOS-jelűből  $1-3x$  mol van, azaz felírható a minta tömegére a következő egyenlet:

$$\begin{aligned} 862,07 &= 860 \cdot 2x + 832 \cdot x + 888 \cdot (1-3x) \\ 112x &= 25,93 \\ x &= 0,2315 \end{aligned}$$

Ez alapján 23,2 % POP, 46,4 % POS és 30,4 % SOS található a mintában, ami teljesíti a feladatban szereplő összes feltételt.

## 2. feladat

258 g kristályos, 79,07  $m/m\%$  kalcium-szulfátot tartalmazó kalcium-szulfát kristályt három nem egyenlő részre osztunk. Az első részletet 40 °C-ra, a másodikat 170 °C-ra, a harmadikat 300 °C-ra hevítjük 1 dm<sup>3</sup>-es, 25 °C-os levegőt tartalmazó reaktorokban. A hevítés után összekeverjük a visszamaradt szilárd anyagokat és 10,814 % tömegvesztést tapasztalunk a kiindulási tömeghez képest. A keletkezett porkeverék 88,66  $m/m\%$ -ban tartalmaz kalcium-szulfátot. Az első reaktorból a végtermék 44,85  $m/m\%$ -át nyertük ki. A reaktorokban teljes mértékben végbementek a reakciók, és a terméket 100 %-os hatásfokkal tudjuk eltávolítani.

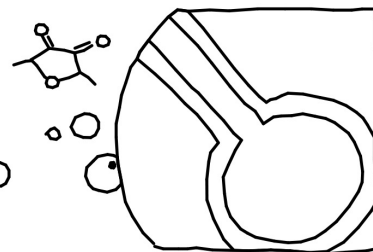
- a) Hány mól kristályvizet tartalmazott az eredeti kristály?  $M(\text{CaSO}_4) = 136 \text{ g/mol}$

A keletkezett keverék gipszet, égetett gipszet és agyonégetett gipszet tartalmaz. (Az égetett gipszet a gipszből alacsonyabb hőmérsékletű hevítéssel állítják elő, ekkor még nem veszíti el teljesen a kristályvizes jellegét, magasabb hőmérsékleten viszont teljesen vízmentes gipszhez jutunk.)

- b) Hány grammos részletekre osztottuk a kristályt?

A kalcium-szulfát kristályos formáját a gyógyszeriparban is hasznosíthatják. Felhasználás előtt azonban tartalmi elemzésnek vetik alá, mely egy komplexometriás titrálás a  $\text{Ca}^{2+}$ -ionok mennyiségi meghatározására. Ennek során adott tömegű kristályos anyagot adott térfogatú vízben feloldva az oldatot EDTA-oldattal titrálják. Azt tudjuk, hogy 1 ml, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es EDTA-oldat 17,22 mg kristályos kalcium-szulfáttal reagál. 0,150 g kristályos kalcium-szulfátot 120 ml vízben feloldva a 0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es EDTA-oldat fogyása 8,72 cm<sup>3</sup> volt.

- c) Mekkora a kristályos gipsz oldhatósága (g/100 ml-ben kifejezve), ha tudjuk, hogy 100 ml telített oldat esetén ugyanilyen EDTA mérőoldatból 11,63 cm<sup>3</sup> fogy?

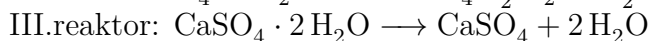
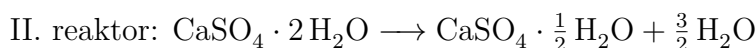
**Megoldás:**

- a) A 258 g-os minta  $\text{CaSO}_4$ -tartalma:  $258 \text{ g} \cdot 0,7907 = 204 \text{ g}$ , így a minta víztartalma ( $258 - 204$ ) g, azaz 54 g, ami 3 mol víz tömege. Ha figyelembe vesszük, hogy a 204 g  $\text{CaSO}_4$  anyagmennyisége 1,5 mol, eredményként megkapható, hogy a  $\text{CaSO}_4$  2 mol kristályvízzel kristályosodik ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ).

A kristályvizes gipsz képlete tehát:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

- b) A reaktorokban lejátszódó reakció a kalcium-szulfát kristályvizének távozása. A reaktorokból származó maradék tömege:  $258 \text{ g} \cdot (1,0000 - 0,10814) = 230,1 \text{ g}$ , melyből tudjuk, hogy 204 g a  $\text{CaSO}_4$  (ez a maradék portömeg tömegszázalékos összetételéből is kiderül). Emellett az új tömeg ismeretében megállapítható, hogy a rendszerből 27,9 g kristályvíz távozott az eredeti 54 g-ból.

Az I. reaktorban nem távozott kristályvíz, ugyanis  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ -on még nem játszódik le a reakció. Mivel tudjuk, hogy ebből a reaktorból a végtermék  $44,85 \text{ m/m}\%$ -a származik, ezért az első reaktorba szánt részlet tömege:  $230,1 \text{ g} \cdot 0,4485 = 103,2 \text{ g}$ , ami teljes egészében  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . Tehát az első részlet tömege 103,2 g. A II. reaktorban  $170 \text{ }^\circ\text{C}$ -on égetett gipsz ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ) keletkezik, míg a III. reaktorban vízmentes (agyonégetett) gipsz keletkezik ( $\text{CaSO}_4$ ) az alábbi egyenletek szerint:



A 27,9 g vizet a fenti két egyenlet szerint szétosztva eredményül azt kapjuk, hogy 13,5 g víz származik a II. reaktorból, míg a III. reaktorból 14,4 g. Az egyenletek alapján a kiindulási anyag tömegei is meghatározhatók. Ezek alapján a II. reaktorban található részlet tömege 86 g, míg a III. reaktorban 68,8 g kristályos gipszet hevítettünk.

Tehát a három részlet tömege rendre 103,2 g; 86 g és 68,8 g.

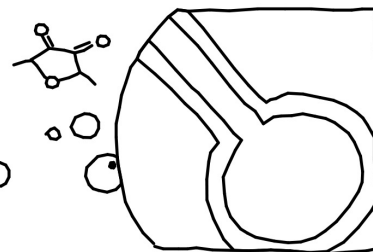
- c) A megadott adatok alapján – valójában kétféleképpen adtuk meg ugyanazt az információt – kiderülhetett, hogy 1 mol  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  1 mol EDTA-val reagál (egy  $\text{Ca}^{2+}$  egy EDTA molekulával képez komplexet). Az EDTA-oldat fogyásából és koncentrációjából a reagáló EDTA anyagmennyisége:

$$11,63 / 1000 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 \text{ mol/dm}^3 = 0,001163 \text{ mol}$$

Ezzel ugyanekkora anyagmennyiségű  $\text{CaSO}_4$  reagál, tehát a 100 ml oldatban levő kalcium-szulfát tömege:

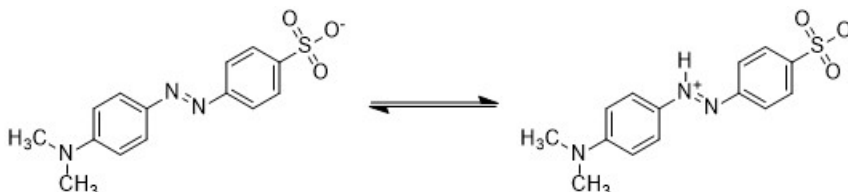
$$0,001163 \text{ mol} \cdot (136 + 36) \text{ g/mol} = 0,2 \text{ g}$$

Tehát az oldhatóság 0,2 g/100 ml víz.



### 3. feladat

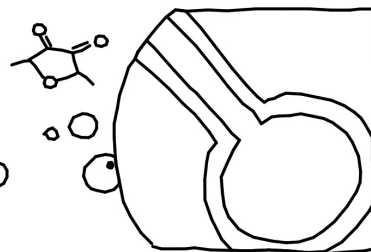
A sav-bázis indikátorok maguk is gyenge savak vagy gyenge bázisok. A disszociálatlan molekula színe eltér a deprotonált, illetve protonált forma színétől. Példaként tekintsük a metilnarancs indikátor két formáját!



- Melyik forma milyen színért felel? Válaszotokat indokoljátok!
- Miért nem szabad sok indikátort használni titrálásnál?
- Milyen pH mellett van egyenlő koncentrációban jelen az indikátor két formája?  
 $K_s = 3,39 \cdot 10^{-4}$
- Ha a két forma koncentrációaránya 0,1 és 10 közé esik, átmeneti színt tapasztalunk. Határozzátok meg a metilnarancs átcsapási tartományát!

Ha nem sikerült kiszámolni az átcsapási tartományt, a továbbiakban számoljatok 2,70-4,20-es intervallummal.

- 10,00 cm<sup>3</sup> 0,100 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú,  $f = 0,997$  faktorú sósavoldatot 0,050 mol/dm<sup>3</sup>,  $f = 0,995$  faktorú NaOH-oldattal titrálunk metilnarancs indikátor mellett. Hány százalékos a mérési hiba az elméleti térfogathoz képest, ha a savas közegre jellemző színtől a lúgos közegre jellemző színig (azaz az átmeneti szín végpontjáig) titrálunk?
- Változik-e a mérési hiba, ha az e) részben szereplő NaOH-oldat 10,00 cm<sup>3</sup>-ét titráljuk az e) részben szereplő sósavoldattal, metilnarancs indikátor mellett, az átmeneti tartomány másik végpontjáig? Ha igen, számítsátok ki a mérés hibáját! Ha nem, indokoljátok választotokat!

**Megoldás:**

- a) A jobb oldali, protonált forma felelős a savas közegben látható narancssárga színért, míg a bal oldali változat sárga színű.
- b) Mert az indikátor is elreagál a mérőoldattal, illetve az átmeneti szín is jobban látszik híg oldatban.
- c) Jelöljük az indikátor protonált formájának koncentrációját  $[HMN]$ -ként, míg a deprotonált formát  $[MN^-]$ -ként. Írjuk fel a savi disszociációs állandó értékét meghatározó hányadost:

$$K_s = \frac{[H^+][MN^-]}{[HMN]} = 3,39 \cdot 10^{-4}$$

Mivel  $[HMN]=[MN^-]$ , ezért azt kapjuk, hogy  $[H^+]=K_s$ . Ezek alapján kiszámolható a pH, ami 3,47-nek adódik.

- d) A c) feladatrészhez hasonlóan írjuk fel a savi disszociációs állandó kifejezését. Az átcsapási tartomány egyik végpontja az, amikor a  $\frac{[MN^-]}{[HMN]}$  hányados értéke 0,1; míg a másik végpontja a hányados 10-es értékénél található. Ezeket behelyettesítve megkapható a két keresett pH érték.

$$\begin{aligned} \text{ha } \frac{[MN^-]}{[HMN]} &= 0,1; \text{ akkor } [H^+] = K_s \cdot 0,1, \text{ azaz pH} = 4,47 \\ \text{ha } \frac{[MN^-]}{[HMN]} &= 10; \text{ akkor } [H^+] = K_s \cdot 10, \text{ azaz pH} = 2,47 \end{aligned}$$

Tehát a metilnarancs indikátor átcsapási tartománya: 2,47-4,47.

- e) Ebben az esetben a titrálás elméleti végpontja  $\text{pH}=7$ -nél van, ugyanis a keletkező NaCl-oldat semleges kémhatású. Mivel  $10,00 \text{ cm}^3$  HCl-oldatban az adott koncentráció és faktor értéke mellett  $0,997 \text{ mmol}$  HCl található, a NaOH elméleti fogyása:

$$V_{\text{elméleti}} = n_{\text{HCl}} : c_{\text{NaOH}} : f_{\text{NaOH}} = 20,04 \text{ cm}^3$$

Ha az átmeneti szín végpontjáig, azaz eltűnéséig titrálunk, akkor  $\text{pH}=4,47$ -nél észleljük a titrálás végpontját. Mivel erős savat titrálunk erős bázissal, ezért a keletkező só a pH-t nem befolyásolja. Tehát az észlelt végpontban annyi sósav maradt még meg, hogy 4,47-es pH-t okoz. Ez könnyen kiszámolható:  $3,388 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ . Tegyük fel, hogy  $x \text{ cm}^3$  NaOH-oldat hozzáadása után észleltük a végpontot. Ekkor úgy kapjuk meg a még megmaradó HCl anyagmennyiségét (ami a  $H^+$  koncentrációval egyezik meg), hogy a kiindulási sósav mennyiségéből kivonjuk a hozzáadott NaOH mennyiségét:

$$n_{H^+} = n_{\text{HCl, maradt}} = n_{\text{HCl, kiindulási}} - n_{\text{NaOH}} = 0,997 - 0,0498 \cdot x$$

Mivel a titrálólombikban ekkor  $10+x$  cm<sup>3</sup> oldat található, ezért a koncentrációt a következőképpen számolhatjuk:

$$3,388 \cdot 10^{-5} = \frac{n_{\text{H}^+}}{V_{\text{oldat}}} = \frac{0,997 - 0,0498 \cdot x}{10 + x}$$

$$x = 20,02 \text{ cm}^3$$

Az egyenletet megoldva  $x$ -re 20,02 cm<sup>3</sup> adódik, tehát a hiba gyakorlatilag elhanyagolható mértékű ebben az esetben. Számszerűen kifejezve 0,1 %-os a hiba.

- f) Ebben az esetben a savas közegre jellemző szín megjelenéséig végezzük a titrálást, tehát 2,47-es pH-értéken észleljük a végpontot. Látható, hogy ebben az esetben "túltitrálunk", azaz később észleljük a végpontot, mint az elméleti végpont tehát a hiba előjele pozitív lesz. Mivel ebben az esetben az elméleti pH = 7,00 értéktől még távolabbi pH-n észleljük a végpontot, ezért valószínűleg nagyobb hibát vétünk, mint az e) esetben. A számszerűsítéshez nagyon hasonlóan kell számolnunk, annyi a különbség, hogy itt a végpontnál a H<sup>+</sup>-koncentráció:  $3,388 \cdot 10^{-3}$  mol/dm<sup>3</sup>. Ebben az esetben a kiindulási NaOH anyagmennyisége 0,4975 mmol és  $y$  cm<sup>3</sup> HCl-t adunk hozzá.

$$3,388 \cdot 10^{-3} = \frac{n_{\text{H}^+}}{V_{\text{oldat}}} = \frac{0,0997 \cdot y - 0,4975}{10 + y}$$

$$y = 5,52 \text{ cm}^3$$

Tehát ebben az esetben 5,52 cm<sup>3</sup> mérőoldat hozzáadása után észleljük a végpontot. Mivel az elméleti fogyás az e) részben leírt módon számolva 4,99 cm<sup>3</sup>, ezért a hiba 10,6 %-os ebben az esetben.



#### 4. feladat

A klóralkáli elektrolízis a nagyüzemi termelés egyik legjelentősebb technológiája, hiszen az eljárás során két esszenciális vegyipari alapanyaghoz is hozzájuthatunk, melyek a klórgáz, valamint a nátrium-hidroxid. Az elektrolízis az egyik legnagyobb mértékű elektromos energia fogyasztással járó technológia, nem véletlen, hogy az egyes országok vegyiparának fejlettségét gyakran annak klórtermelésével szokták jellemezni. Az első széles körben elterjedt eljárás Castner és Kellner nevéhez fűződik, akik a kősó oldatot grafit anód és higany katód segítségével elektrolizták. A Castner-Kellner technológiát más néven higanykatódos eljárásnak is szokás nevezni.

- a) Írjátok fel a higanykatódos elektrolízis során lejátszódó elektródreakciókat (anód és katód)!
- b) A technológia segítségével óránként hány köbméter standard állapotú klórgáz állítható elő 150 kA áramerősség alkalmazása mellett?

Az első világháború kirobbanásával a klórgáz szintézise első sorban a hadiipart szolgálta. A klórt mind elemi formában, mind pedig vegyületeiben gyakran alkalmazták harci gázként a világégés során. Az egyik legismertebb harci gáz a foszgén, mely már 0,1 ppm-es koncentrációban is halálos, 85 ezer ember halálát okozta 1914 és 1918 között. A foszgén elemi klór és szén-monoxid 1:1 arányban történő egyesülésével állítható elő.

- c) Rajzoljátok fel a foszgén szerkezetét!

A szintézis gyökös mechanizmusú, melynek láncindító lépése a klórmolekula klórgyökökre történő hasadása. Láncvivő lépéseknek nevezzük az olyan elemi reakciókat, mely során gyök és molekula reakciója során szintén gyök keletkezik, míg a lánczáró lépések során gyökök rekombinálnak egymással.

- d) Írjátok fel a láncindító (1 db), láncvivő (2 db) és lánczáró (3 db) lépések egyenleteit! Milyen melléktermék képződésével kell számolnunk a folyamat során?

A higanykatódos eljárással párhuzamosan fejlődött ki a diafragmás technológia, mely szintén kősó-oldat elektrolízisén alapszik, azonban ez esetben mindkét elektród anyaga grafit. Az elektroliázáló cella két felét egy diafragma választja el, melyen a nátrium-ionok képesek keresztülhaladni. Az anódtérbe áramlik be az elektroliázandó kősó-oldat, mely folyamatosan hígul az elektroliázis során, a cella másik felében pedig eredetileg desztillált víz van, melyből a folyamat során a nátrium-hidroxid oldat keletkezik.

- e) Írjátok fel, hogyan alakulnak az elektródreakciók a diafragmás eljárás esetében!

Az anódtérbe 800 liter  $1,075 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű 25  $m/m\%$ -os NaCl-oldatot vezetünk be, mely az eljárás során 18  $m/m\%$ -osra hígul, miközben 12  $m/m\%$ -os nátrium-hidroxid oldat keletkezik.

- f) 120 kA áramerősség alkalmazása mellett mennyi ideig tart az elektroliázis?
- g) Mekkora térfogatú desztillált víz volt a folyamat kezdetekor a katódtérben? A tiszta víz sűrűsége  $1 \text{ g/cm}^3$ .
- h) Miért van szükség a technológia során a diafragma alkalmazására?

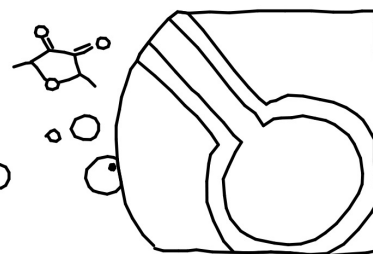


kategória

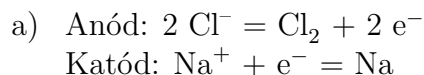
Első forduló: 2018. november 9.

# Kémia megoldókulcs

XII. Dürer Verseny



## Megoldás:



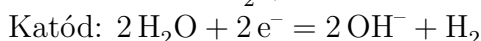
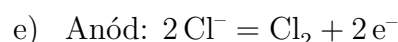
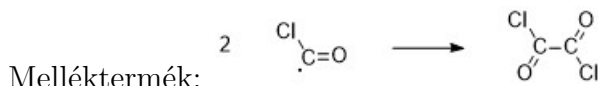
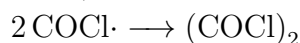
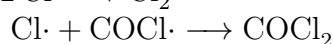
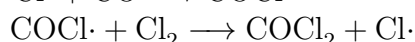
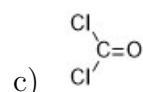
b)  $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$  és  $I = 150 \text{ kA} = 150\,000 \text{ A}$

$$Q = I \cdot t = 5,4 \cdot 10^8 \text{ C} = n(\text{e}^-) \cdot F$$

$$n(\text{e}^-) = \frac{5,4 \cdot 10^8 \text{ C}}{96485 \text{ C/mol}} = 5597 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{n(\text{e}^-)}{2} = 2798 \text{ mol és mivel } V_m = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol ezért:}$$

$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot V_m = 68560 \text{ dm}^3 = 68,56 \text{ m}^3$$



f) Mivel  $V_{\text{be}} = 800 \text{ l}$  és  $\rho = 1,075 \text{ g/cm}^3$  ezért

$$m_{\text{be}} (\text{oldat}) = 860 \text{ kg és } m_{\text{be}} (\text{NaCl}) = 860 \text{ kg} \cdot 0,25 = 215 \text{ kg}$$

Tételezzük fel, hogy az elektrolízis során  $x$  mol elektron halad át a cellán! Ekkor a belépő oldat tömege  $x$  mol NaCl tömegével csökken:

$$\frac{215 - 58,5x}{860 - 58,5x} = 0,18$$

az egyenletet megoldva  $x = 1,255 \text{ kmol}$  adódik

$$Q = I \cdot t = n(\text{e}^-) \cdot F \text{ és } I = 120 \text{ kA} = 120\,000 \text{ A}$$

$$t = \frac{n(\text{e}^-) \cdot F}{I} = \frac{1255 \cdot 96485}{120000} = 1009 \text{ s} = 16 \text{ perc } 49 \text{ s}$$

g)  $n(\text{Na}^+)_{\text{áthalad}} = 1,255 \text{ kmol} = n(\text{NaOH})$ , azaz  $m(\text{NaOH}) = 50,2 \text{ kg}$

$$m(\text{oldat}) = \frac{50,2}{0,12} = 418,3 \text{ kg}$$

A katódtérben lévő víz tömege a diafragmán áthaladt nátrium-ionok tömegével nőtt, míg

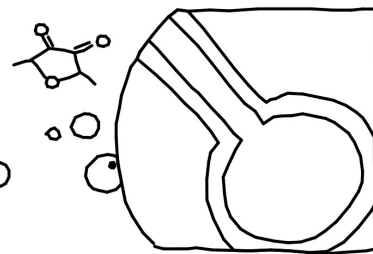


kategória

Első forduló: 2018. november 9.

# Kémia megoldókulcs

XII. Dürer Verseny



a vízbontásból fejlődött hidrogén-gáz tömegével csökkent:

$$\Delta m = 23 \cdot 1,255 - 2 \cdot 1,255 / 2 = 27,6 \text{ kg}$$

$m(\text{kiindulási}) = m(\text{oldat}) - \Delta m = 418,3 - 27,6 = 390,7 \text{ kg}$  és mivel  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$   
ezért  $V(\text{kiindulási}) = 390,7 \text{ liter}$

h) A diafragma szerepe:

- a keletkező NaOH-oldat szeparálása a sóoldattól
- a fejlődő gázok keveredésének meggátlása
- a klórgáz, valamint a lúgos oldat érintkezésének elkerülése (hipoklorit keletkezne)

## 5. feladat

A mellékelt cikk bemutatja a cink-oxidokból előállított vékonyrétegek szenzorikus alkalmazását. Olvassátok el és válaszoljatok a következő kérdésekre a cikk alapján!

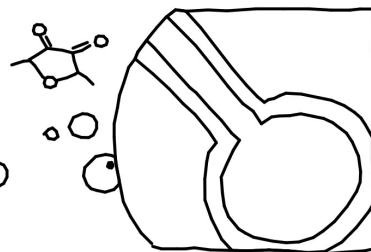
- I) A ZnO nanoméretű részecskéinek előállítása során, a cink-acetát-dihidrát lúg (pl nátrium-hidroxid) hatására cink-hidroxiddá alakul, majd vízvesztéssel cink-oxid képződik. Írjátok fel a folyamatok rendezett egyenletét! Mi a szerepe az előállítás során az alkoholnak? Milyen tulajdonságban fog különbözni két termék, ha a hidrolízist alkoholban, illetve dietilén-glikolban végezzük?
- II) Egy másik módszer szerint, először cink-peroxid részecskéket állítanak elő. Ezen módszer során azonban ügyelni kell arra, hogy a pH ne csökkenjen 4 alá, ellenkező esetben a részecskék feloldódnak. Milyen egyensúlyi folyamatok vannak jelen egy ilyen rendszerben? Ez alapján indokoljátok meg, hogy miért oldódnak fel a részecskék a pH csökkenésével!
- III) Mi történik a cink-peroxid pormintával a termogravimetriás kezelés során? Írjátok le a folyamat rendezett egyenletét!
- IV) A fenti két különböző módszerrel előállított részecskéket szilárd hordozóra vitték fel. A 2. ábra segítségével próbáljátok meg a saját szavaitokkal megfogalmazni, hogy hogyan működik a Langmuir–Blodgett technika, aminek segítségével szilárd hordozón alakítottak ki ZnO filmet a szerzők!
- V) ZnO réteg szilárd hordozón való kialakítása esetén egyik esetben sem kedvező az, ha túl vastag lesz a kialakított réteg. Miért?
- VI) A szerzők a létrehozott, hordozóra felvitt ZnO réteg vastagságát, és optikai tulajdonságait különböző modellekkel közelítették. Egy rendezett ZnO részecskés film esetében úgy találták, hogy a vékonyréteg vastagsága 500 nm, a réteget alkotó részecskék átmérője 234 nm, és a filmben két szomszédos részecske középpontjának távolsága 375 nm. Mekkora a kialakított vékonyréteg rétegszáma?
- VII) A felületek jellemzése utána a szerzők az általuk elkészített készülék segítségével vizsgálták a felületek adszorpciós tulajdonságait. Mi az adszorpció? Milyen halmazállapotú anyagok adszorpciójának vizsgálatára alkalmas az említett készülék? Írjátok egy példát egy hétköznapi adszorpciós jelenségre!
- VIII) Az adszorpciós tulajdonság vizsgálata során a szerzők az előállított rétegek felületét kémiailag módosították. Mi volt a módosítás célja? Hogy változott az oktántiollal módosított cink-oxid felület polaritása a módosítatlan cink-oxid felülettel összehasonlítva? Milyen kémiai kölcsönhatás létesülhet a hexán molekula és az oktántiollal módosított felület között?



Első forduló: 2018. november 9.

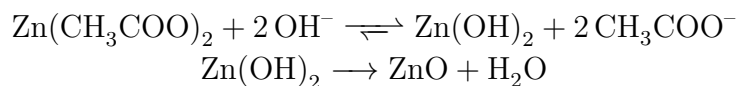
# Kémia megoldókulcs

XII. Dürer Verseny



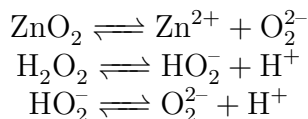
## Megoldás:

I) A hidrolízist leíró egyenletek:



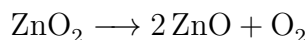
Az etanolt vízelvonó hatása miatt használják. A két módszer szerint előállított részecskék az alak és részecskeméret- eloszlásukban térnek el, a dietilén glikolban előállított ZnO részecskék monodiszperzek lesznek.

II) Egyensúlyi folyamatok:



A pH csökkenése során a  $\text{H}^+$  ionok koncentrációja növekszik, ezáltal a sav-bázis egyensúlyok a peroxid-ion koncentráció csökkenésének irányába tolódnak el. Ez a  $\text{Zn}^{2+}$  ionok koncentrációjának növekedéséhez vezet, ami a részecskék feloldódásával jár.

III) Cink-oxidá alakul:



IV) Először létrehoztak folyadék felületen egy egy részecske vastagságú filmet, amibe a szilárd hordozót belemerítve, és a filmet összenyomva a film átvándorol a szilárd hordozóra.

V) Azért, mert a sok réteg, vagy a nagyobb részecskeméret esetén a film átlátszósága és rendezettsége csökken, és a részecskék fényelnyelése és fényszórása jelentősebb hibát okoz.

VI) A cikkben lévő (2)-es egyenletbe behelyettesítve a megfelelő értékeket az alábbi egyenlet adódik:

$$500 = 234 + (k-1) \cdot \sqrt{234^2 - \frac{375^2}{3}}$$

ahol  $k$  a rétegszám. Az egyenletet megoldva  $k = 4$ -et kapunk eredményül.

VII) Az adszorpció felületen való megkötődést jelent. Az említett készülék gáz halmazállapotú anyagok adszorpciójának vizsgálatára alkalmas. Tipikus adszorpciós hétköznapi példa az aktív szén. Hatása azon alapul, hogy a felület jelentős megnövelésével "aktivizált" szén rengetek anyagot képes felületén megkötöni.

VIII) A módosítás célja az volt, hogy a felület érzékenysége és szelektivitása növekedjen. A módosított felület apolárisabb a hosszú szénlánc miatt. A hexán és a felület között diszperziós kölcsönhatás lép fel.

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Mindegyik feladat részletesen indokolt megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!

a szervezők