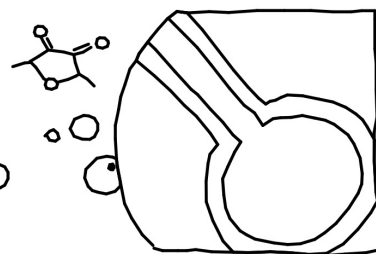


Első forduló: 2018. november 9.

# Kémia feladatsor

XII. Dürer Verseny



## 1. feladat

A csokoládének 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 glicerinnél 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)

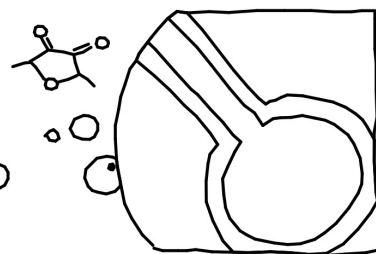
- b) Milyen a kakaóvaj mólszázalékos összetétele a különböző szerkezetű zsírokra, ha tudjuk, hogy a királis változathoz van a legtöbb, és pont kétszerese a legritkább változat anyagmennyiségének? (A különböző kiralitású anyagokat egy szerkezetűnek számoljuk.)



Első forduló: 2018. november 9.

# Kémia feladatsor

XII. Dürer Verseny



## 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.

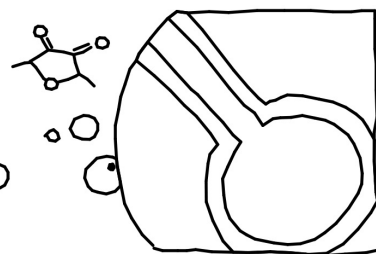
a) Hány mól kristályvizet tartalmazott az eredeti kristály?  $M(\text{CaSO}_4) = 136 \text{ g/mol}$

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?

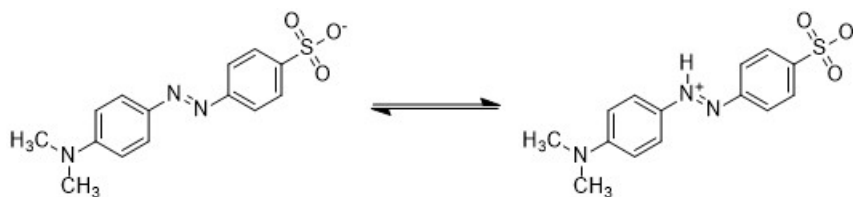
A kalcium-szulfát kristályos formáját a gyógyszeriparban is hasznosíthatják. Felhasználás előtt azonban tartalmi elemzésnek vetik alá, mely egy komplexometriás titrálás a  $\text{Ca}^{2+}$ -ionok mennyiségi meghatározására. Ennek során adott tömegű kristályos anyagot adott térfogatú vízben feloldva az 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?



### 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 számoljátok 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!

#### 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 világháború 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 rekombinálódnak 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?

## 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? Írjatok 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?

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