

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

Szerkesztő: *Borbás Réka és Zagyai Péter*
 (rborbas02@gmail.com, zagyipeter@gmail.com)

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2013. január 7-ig postára adva a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

ELTE Kémiai Intézet
 Budapest 112
 Pf. 32
 1518

K176. A növények fejlődéséhez 3 makroelem, a nitrogén, a foszfor és a kálium különösen fontos. Mindhárom pótolható az úgynevezett összetett NPK-műtrágyák segítségével. Ezek jellemző három összetevője az ammónium-dihidrogén-foszfát, az ammónium-hidrogén-foszfát és a kálium-nitrát.

Egy ajánlás szerint szántás után négyzetméterenként 5-5 g nitrogén és foszfor, illetve 4 g kálium pótlása javasolt.

a) *A három felsorolt összetevő milyen tömegarányban felelne meg az ajánlásnak?*

Egy gazdálkodó kifogyott az összetett NPK-műtrágyából, de a következő műtrágya-alapanyagokból van még a raktárában: kálium-klorid, nátrium-nitrát, ammónium-nitrát, kalcium-hidrogén-foszfát (2 kristályvízzel), kalcium-hidrogén-foszfát (1 kristályvízzel).

b) *Milyen anyagokat és milyen mennyiségben keverjen össze, ha 30 ha területet szeretne az ajánlás szerint műtrágyázni a műtrágya össztömegét minimálisan tartva?*

(belorusz feladat)

K177. Kristályvizét részben elvesztett réz-szulfát 10,00 grammjához 10,00 gramm vizet adunk. Az oldódási egyensúly beállása után a szilárd és a folyadékfázis tömegaránya 25°C-on 0,8316.

- Hány mol kristályvizet tartalmazott 1 mol réz-szulfátra vonatkoztatva a kiindulási só?*
- Hány gramm vizet adjunk a 10,00 gramm kiindulási sóhoz, hogy a szilárd- és a folyadékfázis tömegaránya 1:1 legyen?*

25°C-on 100 g víz 18,00 g vízmentes réz-szulfátot old.

(Borbás Réka)

K178. 1,0000 gramm cinket réz(II)- és nikkel(II)-ionokat tartalmazó oldatba dobunk, majd egy idő után a szilárd anyagot leszűrve és desztillált vízzel mosva azt tapasztaljuk, hogy tömege 0,9940 grammra csökkent. Ezután a mintát híg salétromsavval kezeljük; eközben 353,4 cm³ 25°C hőmérsékletű, 101 kPa nyomású gáz fejlődik.

- Milyen anyagmennyiség-arányban vált ki a réz és a nikkel a cink felületére?*
- Milyen volt a kiszűrt, három fémek tartalmazó minta tömegszázalékos összetétele?*

(Borbás Réka)

K179. A laborban takarításkor találtunk két szintelen folyadékot tartalmazó üveget, amelyen a címke elmosódott, csak annyi látszik, hogy valamilyen nitrátot tartalmaznak, és a töménysége mindkettőnek 1,00 mol/dm³. Amikor az oldatokhoz ammóniaoldatot adtunk, mindkettőben ugyanolyan színű csapadék vált le. Szintén azonos – de az előzőtől eltérő – színű csapadék leválását láthattuk kálium-kromát-oldat hozzáadásakor, illetve ammónium-szulfid-oldat hozzáadására. Ezek után az oldatok 10,00-10,00 cm³-es részleteivel a következő méréseket végeztük. Az oldatokhoz a csapadék teljes leválásáig adagoltuk az ammóniaoldatot, leszűrtük, megszáritottuk és lemértük a csapadék tömegét, amely első esetben 2,412 grammnak adódott, a második oldat esetében pedig 2,600 grammnak. Hasonlóképp az első oldat 10,00 cm³-éből 3,232 gramm csapadék vált le fölös mennyiségű K₂CrO₄-oldat hozzáadására. A második oldat 10,00 cm³-éből fölös mennyiségű ammónium-szulfid-oldattal 2,570 gramm csapadékot választottunk le.

- Milyen oldott anyag van a két ismeretlen oldatban?*
- Milyen színű csapadékok váltak le az ammónia, a kálium-kromát és az ammónium-szulfid adagolásakor?*

- c) Milyen változást figyelhetünk meg, ha az oldatokhoz KI-oldatot adtunk először kis mennyiségben, majd feleslegben?
- d) Mekkora tömegű csapadék vált le, amikor a második oldathoz fölöslegben K_2CrO_4 -oldatot adtunk?

(Borbás Réka)

K180. Egy $5,00 \text{ dm}^3$ -es tartályba, amely 101 kPa nyomású, 25°C hőmérsékletű oxigéngázt tartalmaz, $1,00 \text{ g}$ kén-hidrogént juttatunk, majd tökéletesen elégetjük.

- a) Mi lesz a gázelegy térfogat-százalékos összetétele az égés után?
- b) Mekkora lesz a gázok hőmérséklete, ha az égés során keletkező hő 20%-a a tartályt melegíti, és csak a maradék fordítódik a gáz hőmérsékletének emelésére?
- c) Mekkora lesz a tartályban uralkodó nyomás?
- d) Milyen folyamat zajlik le a tartályban, ha azt 20°C -ra hűtjük?

A képződéshők: $\Delta_k H(\text{H}_2\text{S}, \text{g}) = -20,1 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{SO}_2, \text{g}) = -297 \text{ kJ/mol}$,
 $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$. A fajhők: $c_v(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = 1,386 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$, $c_v(\text{SO}_2, \text{g}) = 0,477 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$, $c_v(\text{O}_2, \text{g}) = 0,653 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$.

(Borbás Réka)

Feladatok haladóknak

*Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarfa@chem.elte.hu, boyle83@gmail.com)*

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2013. január 7-ig postára adva a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H176. A) Egy gázelegy etánt, etilént és acetilént tartalmaz, széntartalma 90 tömegszázalék.

Mennyi lehet az egyes komponensek minimális és maximális mólszázalékos mennyisége ebben a keverékben?

(Stirling András)

B) Egy oxigént nem tartalmazó, aransárga színű vasércből 845 grammot egy jól zárható reaktorba tettek. A tartályt 1,000 kg tiszta oxigénnel töltötték meg, majd lezárták és 1000 °C fölé melegítették. A kiindulási hőmérsékletre visszahűtve a reaktort a nyomás az eredeti értékhez képest 15,02 %-kal csökkent. A tartályt kinyitva egyetlen anyagnak tűnő, fekete port találtak benne, amelynek a kén tartalma elhanyagolhatóan kicsi volt. A tartályból kiáramló kétkomponensű gázelegyben a kén-dioxid koncentrációja 53,03 térfogatszázalék volt.

Mi az eredeti vasérc tapasztalatai képlete? Írd fel a vasérc és az oxigén közötti reakció egyenletét!

(Lente Gábor)

H177. *Malonsavat tartalmazó vizes oldatokban mely pH-értéknél maximális a sav egyszeresen protonált formájának aránya a sav teljes mennyiségéhez képest? Az anionok hány százaléka van ekkor egyszeresen protonált formában?*

Adatok: $pK_1 = 2,77$, $pK_2 = 4,44$

(Vörös Tamás)

H178. A kristályvíztartalmú szervesetlen **A** vegyületet $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé hevítve a **B** anyaggá alakul át, amely egy fém sztöchiometrikus oxidja. Ez $69,92\text{ (m/m)\%}$ fémet tartalmaz, tömege a kiindulási anyag $29,5\%$ -a. **B** anyagot $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé hevítve **C** anyaggá alakul át. Ez $72,34\text{ (m/m)\%}$ fémet tartalmaz.

a) *Mi a **B** és **C** anyag képlete? Írd fel a **B**-ből **C**-be alakulás egyenletét!*

Ha $10,00\text{ g}$ **A** anyag hevítése során keletkező gőzöket 100 g vízben nyeletjük el, a tömegnövekedés $7,05\text{ g}$ lesz. Az – egyébként erősen savas – oldatot $1,000\text{ dm}^3$ -es mérőlombikba mossuk, jelre töltjük, majd $10,00\text{ cm}^3$ -es részletéhez 10 cm^3 desztillált vizet és fenolftaleint indikátort adva elkezdjük $0,1\text{ mol/dm}^3$ -es ($f=0,987$) NaOH -oldattal titrálni. A fogyás $11,25\text{ cm}^3$. A megtitrált oldat kisebb részletéhez BaCl_2 -oldatot adva nem észlelünk csapadékleválást, egy másik részlethez AgNO_3 -oldatot csepegtetve fehér csapadék válik le, mely 2 mol/dm^3 -es NH_3 -oldatban könnyen oldódik.

b) *Mi az **A** anyag képlete? Írd fel az **A**-ból **B**-be alakulás egyenletét!*

(Kramarics Áron)

H179. Traube munkatársaival 1899-ben a következő kísérletet hajtotta végre. Kénsav oldatát nagy áramerősséggel elektrolizálta, majd az oldathoz frissen készített, finom eloszlású $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ -t adott. Rövid várakozás után a csapadékot szűrte. Ezzel az eljárással állította elő az **A** savat is tartalmazó oldatot, amelyet szerves kémiai átalakításokban gyakran használnak. A kapott oldatot két részre osztva, mindkettőhöz feleslegben lévő szilárd KI-t adott. Az egyik oldatban a megjelenő jód $0,050\text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-tioszulfát-oldattal titrálva a fogyás $13,0\text{ cm}^3$ volt. A másik részlethez sósavas BaCl_2 -oldatot adott, és ekkor 303 mg csapadék vált le.

Az **A** sav rendkívül bomlékony, kristályos formában pedig robbanékony. Kristályos változatának előállításához a **B** vegyületet kell reagáltatni vízmentes hidrogén-peroxiddal (amely szintén könnyen robban). A **B** vegyület vízzel hevesen reagál, a keletkező savas oldat mind ezüst-nitrát-oldattal, mind bárium-klorid-oldattal csapadékot ad. Az ezüstcsapadék ammóniában és tioszulfát-feleslegben is oldódik. A **B** vegyületet az iparban két erősen korrozív gáz (**C**, **D**) 1:1 arányú reakciójával állítják elő. A **C** gáz hidrogéntartalma $2,74\text{ m/m}\%$, míg **D** oxigéntartalma $60,0\text{ m/m}\%$.

a) *Mit jelölnek az **A-D** betűk?*

b) *Rajzold fel az **A** és **B** vegyületek szerkezetét!*

c) ***A** az elektrolízis mellékreakciójában keletkezik. Mi a kénsav elektrolízisének fő reakciója? Mit tartalmazott még a Traube által előállított oldat?*

d) *Írd fel a lejátszódó folyamatok rendezett egyenletét!*

(Varga Szilárd)

H180. Egy szerves kémiai laboratóriumban egy címke nélküli üveget találtak, melyben fehér por volt. Az anyag meghatározásához 3,045 g-ot levegőn elégettek. A keletkező füstgázt 200 cm³ 60 °C-os H₂O₂-oldaton vezették át. A keletkező oldatból a hidrogén-peroxid-felesleget eltávolították, és savtartalmának meghatározásához a következő mérést hajtották végre: 10,0 cm³-es részletét 0,5 mol/dm³-es NaOH-oldattal ($f=0,989$) titrálták: a fogyás 8,09 cm³ volt. Az égetést ugyanekkora méretben, sztöchiometrikus mennyiségű oxigént alkalmazva megismételték, a füstgázt tömény kénsavas mosás után Ba(OH)₂-oldatba vezették, melynek tömege 4,32 g-mal növekedett és 0,982 dm³ gáz maradt vissza (25 °C, 101 kPa nyomás). Az anyag egy újabb részletét vízben feloldva, a Hinsberg-próbát elvégezve azt tapasztaljuk, hogy para-toluol-szulfonil-klorid hozzáadására csapadék vált le, amely tömény lúgoldatban oldódott.

a) *Mi a vegyület összegképlete?*

b) *Rajzold fel a molekulát, add meg a nevét és térszerkezetét!*

(Bacsó András)

HO-88. A kén-hidrogén vizes oldata alapreagens. A H₂S első disszociációs állandójára általánosan elfogadott a $K_{s1} = 10^{-6,9}$ érték, a második legalább három nagyságrenddel kisebb ennél. A kén-hidrogén oldhatósága vízben 4 g/dm³.

a) *Mekkora a telített H₂S-oldat pH-ja? A telített oldatot lúgosítva milyen pH-n lesz a kén-hidrogén 99%-a HS⁻ formában?*

A vegyület második savi disszociációs állandójával kapcsolatban elég különböző értékeket olvashat az ember. A magyar tankönyvekben tipikusan a $K_{s2} = 10^{-13}$ - 10^{-14} körüli értékek szerepelnek.

b) *A 10^{-14} értéket használva, 5 mol/dm³-es OH⁻-ion-koncentráció mellett a kén-hidrogén hány százaléka lenne szulfidion formában?*

A gyakorlati tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy ezek az értékek valószínűleg nem megfelelőek. Spektroszkópiai mérések során azt tapasztalták, hogy a H₂S-oldatot folyamatosan lúgosítva (a térfogatváltozás elhanyagolható) 5 mol/dm³-es OH⁻-ion koncentrációig nem csökken a HS⁻-ion koncentrációja, amennyiben az oxigént kizárjuk a rendszerből.

c) *Feltételezve, hogy a 1% koncentrációcsökkenés már kimutatható lenne, milyen becslés adható ez alapján a második disszociációs állandóra?*

A gyakorlatban azonban ilyen erősen lúgos oldatokban végzett mérések alapján nem végezhető el egyszerűen a savi állandó meghatározása.

d) *Ennek mi lehet az oka?*

A savi állandó becslésére természetesen felhasználhatjuk a fém-szulfidok leválását is. A szervesetlen kvalitatív analitika tapasztalatai szerint pár csepp reagens savoldattal savanyítva meg a vizsgálandó oldatot, majd telített H₂S-es vizet adva hozzá az ón(II)-szulfid már leválik, a cink-szulfid még nem.

- e) Milyen becslést adhatunk a második savi állandóra ha feltételezzük, hogy
 i) a fémion koncentrációja az eredeti oldatban $0,01 \text{ mol/dm}^3$
 ii) a savanyítást reagens salétromsavval végezzük, úgy, hogy a fémion oldatában $c(\text{HNO}_3) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$
 iii) azonos térfogatokat öntünk össze a vizsgálandó oldatból és a H_2S -es vízből. $pL(\text{ZnS}) = 22,9$ $pL(\text{SnS}) = 26,0$.

Érdekes tapasztalat, hogy savanyítás nélkül a ZnS is leválik a fenti kísérletben.

- f) Mekkora lesz az így kapott oldat pH-ja?

(Kramarics Áron)

HO-89. A cukrok nyílt láncú formáinak szerkezetét a legtöbbször Fischer-projekciók segítségével rajzolják fel (lásd KÖKÉL 2005/2 szám, Feladatok haladóknak rovatát) úgy, hogy a szénhidrát karbonilcsoportja a Fischer projekció tetejére kerül.

Véletlen szerencse volt, hogy a poláris fény síkját jobbra forgató glicerinaldehid, vagyis a *D*-glicerinaldehid esetében az aszimmetrikus szénatomon a hidroxilcsoportot a Fischer-projekció jobb oldalára rajzolták. Jóval később derült ki, hogy ez a valódi térszerkezetnek felel meg.

1906-ban javasolták (Rosanoff), hogy a glicerinaldehidet használják referenciaként a cukrok konfigurációjának besorolásakor. A többi monoszacharidot is *D*- és *L*-cukrok közé sorolták a karbonilcsoporttól legtávolabbi aszimmetrikus szénatomjuk szerkezete alapján. Azaz a *D*-cukrok esetében a legelső aszimmetrikus szénatomon az OH-csoport jobbra, az *L*-cukrok esetén balra áll.

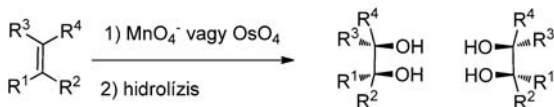
- a) Írd fel a *D*-glicerín-aldehid Fischer-projekcióját és térbeli, perspektivikus szerkezetét. Írd fel az összes *D*-aldopentóz Fischer-projekcióját!

Az aldózatokat salétromsavval kezelve aldehid- és CH_2OH -csoportjuk oxidálódik a megfelelő dikarbonsav keletkezése közben. Ezeket a vegyületeket nevezik cukorsavaknak vagy aldársavaknak. Ezt a reakciót is használta Emil Fischer a cukrok térszerkezetének felderítése során.

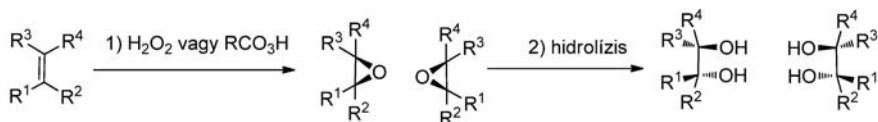
- b) Hány cukorsav keletkezhet a *D*-aldopentózokból? Írd fel Fischer-projekciójukat! Melyek optikailag aktívak és melyek enantiomer párok?

Szelén-dioxid segítségével $\text{C}=\text{C}$ kettős kötéssel szomszédos szénatomok hidroxilezését lehet elvégezni. A dietil-cisz-glutakonát ((*Z*)-pent-2-éndisav dietil-észtere) etanolban, szelén-dioxid jelenlétében végzett hevítése során kapott keveréket két részre osztották miután a glutakonát elreagált. Az egyik részletet enyhén lúgos kálium-permanganát-oldattal, a másikat hangyasavas hidrogén-peroxiddal reagáltatták. Mindkét részlet feldolgozását hidrolízissel fejezték be.

A kettős kötést tartalmazó szerves vegyületekből könnyen lehet 1,2 helyzetű diolokat előállítani, ehhez alapvetően két sztereokémiaileg eltérő módszert használnak. Az egyik a különböző fémek (Mn, Os) segítségével végrehajtott ún. dihidroxilálási reakció:



A másik a peroxi-karbonsavak, illetve hidrogén-peroxid segítségével létrehozott epoxid gyűrűn keresztül lejátszódó reakció, amelynek hidrolízisével szintén diolokhoz juthatunk.



- c) Írd fel a *cisz*-glutakonsav szerkezetét! Hányféle végtermék keletkezik a fenti reakciókban (a hidrolízis végére)? Írd fel Fischer-projekciójukat! Melyek optikailag aktívak és melyek enantiomer párok?

(orosz feladat)

HO-90. A fémion-fém rendszerek redoxireakcióinak magyarázatára gyakran a standard elektródpotenciál fogalmát használják. Ez a módszer az esetek nagy többségében helyes következtetésekhez vezet, ám nem árt tudni, hogy az elektródpotenciál több körülménytől is függ.

- a) Milyen redoxireakciót várnánk az elektródpotenciálok alapján a következő galvanelektródok összeállításakor, és miért:
- Standard Ni^{2+}/Ni és standard Cd^{2+}/Cd elektród
 - Standard Ni^{2+}/Ni elektród, és Cd^{2+}/Cd elektród $\text{pH}=11$ értéken
 - Ni^{2+}/Ni elektród $\text{pH}=11$ értéken, és standard Cd^{2+}/Cd elektród
 - 25°C -on:
 - fém Cd érintkezik $1,00 \text{ dm}^3$ oldattal, melyben $5,814 \text{ g CdSO}_4$ -ot oldottunk
 - fém Ni érintkezik $1,00 \text{ dm}^3$ oldattal, melyben $158,0 \text{ mg NiSO}_4$ -ot és $200,0 \text{ mg NaCN}$ -ot oldottunk.
- b) Összeállítjuk a következő elektródot: $100,0 \text{ cm}^3$ vízben oldunk $25,02 \text{ mg CdSO}_4$ -ot, majd hozzáadunk $20,00 \text{ cm}^3$ $0,2100 \text{ mol/dm}^3$ KI-oldatot, és Cd-elektrodot mártunk bele. Ezt összekapcsoljuk egy olyan félcellával, ahol Ni-elektrod érintkezik $100,0 \text{ cm}^3$ $1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ -es Ni^{2+} -oldattal.

Mekkora tömegű szilárd NaOH-ot kell hozzáadnunk a Ni^{2+} -tartalmú elektrolithoz, hogy ne folyjék áram a cellában?

Elegyítéskor és szilárd anyagok oldásakor az esetleges térfogatváltozástól eltekinthetünk.

$$\begin{aligned}\varepsilon^0(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) &= -0,23 \text{ V}, \varepsilon^0(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}, \\ \text{pL}[\text{Cd}(\text{OH})_2] &= 13,5; \text{pL}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 17,19; \lg\beta_4([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}) = 31,11; \\ \lg\beta_1([\text{CdI}_4]^{2-}) &= 2,48; \lg\beta_2([\text{CdI}_4]^{2-}) = 3,92; \lg\beta_3([\text{CdI}_4]^{2-}) = 5,00; \\ \lg\beta_4([\text{CdI}_4]^{2-}) &= 6,10.\end{aligned}$$

(Berta Dénes)