

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2009. február 27-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H101. Összeöntünk adott térfogatú $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ammónia oldatot és ugyanakkora térfogatú és koncentrációjú sósav oldatot. Ha az így kialakult oldathoz vele megegyező térfogatú $0,1 \text{ mol/dm}^3$ egyértékű gyenge sav oldatát öntjük, akkor az ammóniumion disszociációfoka felére csökken.

- Add meg az ammóniaoldat, a sósavoldat és a kettő keverékének pH-ját!*
- Mekkora a hozzáadott gyenge sav disszociációs állandója (K_s)?*
- Mekkora lesz a pH a három oldat összeöntése után?*
- Mekkora lenne a pH, ha a hármas keverékből kihagynánk az ammóniát? Az oxóniumionok hány %-a származik ebben az oldatban a gyenge savtól?*

$\text{NH}_3: K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$

(Klencsár Balázs)

H102. A kémiafeladatok egy részében kémiai ismeretekre csak az egyenletrendszer felírásához van szükség, a számszerű megoldásig már csak (hol egyszerű, hol hosszadalmas) rutinszerű "matekolás" van hátra. A feladatkitűzőnek pedig azt kell mérlegelnie, hogy a verseny időtartamába milyen bonyolultságú egyenletrendszert lehet beleszavasztani. Ebben a kissé rendhagyó feladatban nem kérjük az egyenletrendszer megoldását, hisz azt egy poros 286-os processzor is megcsinálja pár milliszekundum alatt, cserében a megszokottnál komolyabb kémiai ismereteket kérünk számon. Hisz ez egy kémiaverseny.

Mennyi a pH-ja annak az oldatnak, ami nátrium-acetátra nézve c_1 mólos, ammónium-hidrogén-oxalátra ($\text{NH}_4\text{H}(\text{COO})_2$) nézve pedig c_2 mólos?

- Írd fel az egyenletrendszert, melynek megoldása választ ad a kérdésre!*

Használd a szokásos szögletes zárójeles jelölést az egyensúlyi koncentrációkra. Az acetát iont a jobb áttekinthetőség kedvéért jelöld Ac, az oxalátiont Ox rövidítéssel (protonált formában HAc, HOx, H_2Ox). Az ecetsav disszociációs állandója K_e , az ammóniáé K_a , az oxálsavé pedig K_1 és K_2 .

Háromféle egyenletre van szükség:

- az egyensúlyokra felírt egyensúlyi egyenletek,
- az anyagmegmaradást kifejező egyenletek,
- a töltésmegmaradásból következő egyenletek.

Ügyelj arra, hogy csak független egyenleteket írd fel (azaz ne legyen "fölösleges" egyenlet a felírtak között). Az egyenleteket nem kell megoldanod (elemi eszközökkel nem is sikerülne)!

- Táblázatban foglald össze, hogy az egyenletekben szereplő jelölések paramétert jelölnek-e (azaz olyan értéket, melyet a megoldáshoz ismernünk kell), vagy pedig ismeretlen (azaz olyan értéket, amit a megoldás során számolunk ki).*
- Hogyan változik a felírt egyenletrendszer, ha az oldat nagyon híg, ezért a víz saját disszociációját is figyelembe kell vennünk?*

(Kóczán György)

H103. Az alábbi táblázat az oxálsav oldhatóságát mutatja különböző összetételű víz-ecetsav elegyekben, 50°C -on. A telített oldattal minden esetben kristályvíztartalmú oxálsav – $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ – van egyensúly-ban.

Tizennégy számozott főzőpohárba 10-10 g desztillált vizet töltünk, majd rendre 0, 10, 20 ... 130 g jégcezetet adunk hozzá. (Az 1. sorszámú pohárba nem kerül jégcezet, a 2. sorszámúba 10 g, és így tovább.) Mindegyik pohár hőmérsékletét 50°C -ra állítjuk be.

- Hogyan alakul a növekvő sorszámmal az egyes poharakban maximálisan feloldható vízmentes oxálsav mennyisége? Válaszát indokolja!*

Tizennégy számozott főzőpohár mindegyikébe 100 g ecetsav-víz elegyet töltünk úgy, hogy az ecetsavtartalom 0,1 tömegszázalékról egyenletesen nőjön 90 tömegszázalékra az 1 \rightarrow 14 irányban. Mindegyik pohár hőmérsékletét 50°C -ra állítjuk be.

- b.) *Hogyan alakul a növekvő sorszámmal az egyes poharakban maximálisan feloldható vízmentes oxálsav mennyisége? Válaszát indokolja!*
- c.) *81,0 g vízbe 33,0 g vízmentes oxálsavat szórunk. Alapos összerázás után mekkora lesz a szilárd fázis tömege? Hány gramm jégecetet kell adagolni a rendszerhez, hogy a szilárd anyag éppen feloldódjon?*
- d.) *100 g 7 mol/dm³ koncentrációjú ecetsavoldatban ($\rho = 1,049 \text{ g/cm}^3$) feloldható-e maradéktalanul 30,0 g (COOH)₂·2 H₂O? Állítását számítással igazolja!*

A telített oldat összetétele (tömegszázalék)

(COOH) ₂	CH ₃ COOH	H ₂ O
24,33	0,00	75,67
23,71	6,84	69,45
23,14	11,47	65,39
21,32	21,90	56,78
19,39	33,02	47,59
15,53	50,62	33,85
12,12	66,55	21,33
11,66	74,09	14,25
11,98	76,56	11,46
13,05	78,03	8,92
16,12	77,34	6,54
19,84	74,52	5,64

(Zagyi Péter)

H104. Az ánizs egy széles körben ismert és használt, fűszer-, és gyógynövény. A növényből készítik az ánizsolajat, aminek főkomponense az anetol. Az anetol szerkezetét szerettük volna megismerni ezért a következő kísérleteket végeztük el. Az anetol elemanalízisének eredménye: C: 81,0%; H: 8,20%. Meghatároztuk a moláris tömegét is, amit 148 g/mol-nak találtunk.

a) *Mi az anetol összegképlete?*

A pontos szerkezet megismeréséhez a következő információkat gyűjtöttük össze a vizsgált anyagról:

1. 1 mol anetol kloroformos oldata 1 mol brómmal reagál.
2. Erélyes oxidációjával két vegyület keletkezik. Ez a két vegyület az ecetsav és a 4-hidroxil-benzoosav metil étere;
3. Az anetolnak egy geometriai izomerje létezik, amelynek égése során nagyobb hő szabadul fel, mint az anetol esetében.

b) *Mi az anetol pontos szerkezet? A térszerkezetet is pontosan ábrázold!*

c) *Írd fel a brómmal történő reakció rendezett egyenletét!*

d) *Milyen viszonyban van egy mással az anetol és geometriai izomerjének képződéshője! Válaszodat indokold!*

(Varga Szilárd)

H105. Egy nem hétköznapi, szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotú szerves vegyület 1,00 g-ját 20,00 g levegőben (összetétele 79,0 térfogatszázalék N₂ és 21,0 térfogatszázalék O₂) elégetjük. Az égéstermék átlagos moláris tömege 100 °C-on 29,52 g/mol. 25 °C-ra hűtve a gáz halmaz állapotú égéstermék tömege 0,714 g-mal csökken, átlagos moláris tömege pedig 30,02 g/mol lesz. A lehűtött gázelegyet tömény NaOH-oldaton átvezetve 3,14 g-mal csökken a tömege, a visszamaradó gázelegy pedig 10,52 tömegszázalék oxigént tartalmaz.

Határozza meg a kiindulási vegyület tapasztalati képletét és tegyen javaslatot a szerkezetére!

(Zagyi Péter)

HO-43. 100,00 cm³ 0,10 mol/dm³-es ecetsav-oldatban feloldunk 0,0785 g ecetsav-kloridot. A kémiai reakció 100%-ban végbemegy.

a) *Mekkora a kiindulási ecetsav-oldat pH-ja?*

- b) Mekkora lesz a pH az ecetsav-klorid feloldása után?
 c) Hány g ecetsav-kloridot kellene feloldani az eredeti ecetsav-oldatban, hogy a keletkező oldat pH-ja 1 legyen?
 d) Az indikátorhiba alapján dönts el, meg tudjuk-e mérni dimetilsárga indikátor mellett 0,10 mol/dm³-es NaOH mérőoldattal a kialakult savkeverékben az ecetsav mellet szelektíven a sósavat!
 e) Milyen indikátor mellett mérnéd a két savat együtt az alábbi indikátorok közül, 0,10 mol/dm³-es NaOH mérőoldattal? Mekkora az indikátorhiba?

Indikátor	pK _{ind}
dimetilsárga	3,25
metilnarancs	3,76
metilvörös	4,96
brómtimolkék	7,30
krezolvörös	8,08
timolkék	8,82
fenolftalein	9,50

$$K_{s(\text{hangyasav})} = 1,77 \cdot 10^{-5}$$

(Klencsár Balázs)

HO-44. A benzoésav szerves oldószerekben, például benzolban részben dimerizált formában van jelen. A benzoésav dimerizációját benzolban az alábbi kísérletekkel vizsgáltuk. A benzoésav m_0 tömegű részletéből 100 cm³ benzolos oldatot készítünk, majd ezt 100 cm³ 1,00 pH sósav-oldattal rázzuk össze. Megvárjuk, hogy beálljon az egyensúly a két nemelegyedő oldat között, majd a vizes fázist elválasztjuk a benzolos fázistól, és az utóbbi teljes benzoltartalmát ledesztilláljuk, ekkor m_B tömegű tiszta benzoésavat kapunk. Különböző m_0 tömegekkel elvégezve az alábbi eredményeket kapjuk:

m_0 (gramm)	m_B (gramm)
3,6600	3,2602
7,3200	6,6914

Határozd meg a dimerképződés egyensúlyi állandóját illetve az úgynevezett megoszlási hányadost, melyet az alábbi módon definiálunk: $K = c_1 / c_2$, ahol c_1 : a szabad benzoésav (monomer forma) mol/dm³ koncentrációja a benzolos fázisban, c_2 pedig a szabad (disszociálatlan) benzoésav mol/dm³ koncentrációja. (Figyelem! A benzoésav protolitikus disszociációjától nemcsak a benzolos, de az 1,00 pH-jú sósavas oldatban is eltekinthetünk, továbbá feltételezzük, hogy az oldatok térfogata a kísérletek során nem változik. A benzoésav vizes oldatokban nem képez dimert.)

Egy következő kísérletben 7,3200 gramm benzoésavból készítettünk 100 cm³ benzolos oldatot, melyet 5,00 pH-jú puffer-oldattal ráztuk össze. Az előzőekhez hasonlóan szeparáltuk a fázisokat, és a benzolos fázisból 3,993 g benzoésavat sikerült kinyernünk. Mekkora a benzoésav savi disszociációs állandója vizes közegben?

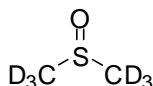
7,3200 gramm benzoésavból 100 cm³ benzolos oldatot készítettünk. Mekkora pH-jú pufferoldattal 100 cm³-ével kell elvégezni a fent bemutatott extrakciós folyamatot, hogy a benzoésav tömegének 90 illetve 99%-át ki tudjuk nyerni benzolos fázisból?

(Benkő Zoltán)

A diákolimpiákon rendszeresen előfordulnak olyan feladatok, amelyek a modern kémia legfontosabb szerkezetvizsgáló módszerének, az NMR spektroszkópiának eredményeit felhasználják. A módszer – elismerten nem egyszerű – elvi alapjait mutatja be Dr. Rohonczy János cikke. A kémiai alkalmazásokra még visszatérünk, de a következő feladaton már az alapok segítségével is érdemes elgondolkodni.


HO-45.

- a) A rutinszerű NMR mérésekben az egyik gyakran használt oldószere a deuterált dimetil-szulfoxid:



Hogyan néz ki ezen vegyület ¹³C-NMR spektruma? Válaszodat indokold!

b) Rajzold fel a következő vegyületek vázlatos $^1\text{H-NMR}$ spektrumát! Jelöld, hogy egy jelcsoporthoz hány hidrogén tartozik (a jelek alatti területtel arányos), a felhasadásokat, illetve hozzávetőlegesen az eltolódásokat!

- 2-nitro-propán
- trietil-amin
- toluol
-  (tetrahidrofurán)
- 1,3-dibrómpropán
- 1-bróm-3-hidroxi-propán

(Varga Szilárd)

c) Maleinsav és fumársav $^1\text{H-NMR}$ spektruma van a kezünkben, de nem tudjuk, melyik melyik. Kémiai eltolódás adatbázis nem áll rendelkezésünkre. *Hogy tudjuk eldönteni, hogy melyik a maleinsav és melyik a fumársav spektruma?*

(Sánta Zsuzsanna)