

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Nadrainé Horváth Katalin
katalin.nadrai@gmail.com

Az előző szám feladatainak megoldása:

K141. Megoldás

Legyen a gázelegyben 1 mól NH_3 , z mól N_2 és k mól N_2O_y .

Ekkor az összes H-atom 3 mól, ami fele az O-atomokénak:

$$2 \cdot 3 = k \cdot y \quad (1)$$

A N_2 -molekulákban levő nitrogénatomok anyagmennyisége 2 z , ami azonos az O-atomokéval:

$$2z = k \cdot x \quad (2)$$

A 2 z mól N-atom hatszorosa az NH_3 -molekulákban levő N-atomoknak:

$$\frac{2z}{6} = 1, \text{ ezért } z = 3. \text{ A gázelegyben tehát 1 mól } \text{NH}_3 \text{ mellett 3 mól } \text{N}_2$$

van. A z értékét behelyettesítve a (2) egyenletbe: $6 = k \cdot x$. Ezt összevetve az (1) egyenlettel, látható, hogy $x = y$. Az ismert nitrogén-oxidok közül ez csak a **nitrogén-monoxidra (NO)** lehet igaz.

Ha $x = y = 1$, akkor $k = 6$, azaz 6 mól NO van a gázelegyben 1 mól NH_3 és 3 mól N_2 mellett, így a gázelegy anyagmennyisége 10 mól.

A gázelegy térfogat%-os összetétele: 10 térfogat% ammónia, 30 térfogat% nitrogén és 60 térfogat% nitrogén-monoxid.

K142. Megoldás

A kiindulási só a kristályos réz-szulfát: $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

Enyhén melegítve először a kristályvíz távozik:



kék

fehér

$$M = 249,5 \text{ g/mol}$$

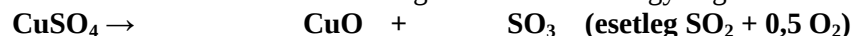
$$M = 159,5 \text{ g/mol}$$

$$m = 18 \text{ g/mol} \cdot 5 \text{ mol} = 90 \text{ g}$$

Ekkor 1 mól kristályos rézgálicból kiindulva 90 g víz (5 mól) távozik, ami

$$\frac{90 \text{ g}}{249,5 \text{ g}} \cdot 100 = 36,07 \text{ \textbf{százalékkal csökken a tömeg az első lépésben.}}$$

További hevítésre a vízmentes rézgálic hőbomlása megy végbe:



fehér

fekete

$$M = 159,5 \text{ g/mol}$$

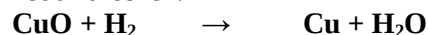
$$M = 79,5 \text{ g/mol}$$

$$M = 80 \text{ g/mol}$$

Ebben a lépésben 80 g-mal csökken a tömeg, ami az eredeti 249,5 g-hoz képest

$$\frac{80 \text{ g}}{249,5 \text{ g}} \cdot 100 = 32,06 \text{ \textbf{\%-os csökkenés.}}$$

Hidrogénáramban a réz(II)-oxidból elemi réz lesz, a **hidrogén tehát redukálószer:**



$$M = 79,5 \text{ g/mol}$$

$$M = 63,5 \text{ g/mol}$$

$$\text{Az elemi réz tömege } \frac{63,5 \text{ g}}{79,5 \text{ g}} \cdot 100 = 79,87 \text{ \textbf{\% -a a réz(II)-oxidnak.}}$$

K143. Megoldás

a) Az első oxid egy móljában legyen egy mol kénatom (32 g), akkor 32 g oxigén is van, ami két mol oxigénatomot jelent, azaz az oxigénatomok száma kétszerese a kénatomokénak: S_xO_{2x} . A vegyület anyagmennyisége:

$$n = \frac{3 \cdot 10^{25}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 50 \text{ mol. A vegyület moláris tömege: } M = \frac{3200 \text{ g}}{50 \text{ mol}} =$$

64 g/mol. Mivel 1 mól vegyületben 32 g kén és 32 g oxigén van, így **molekulaképlete SO_2 .**

A második oxidban a kén és oxigén tömegaránya 40 : 60, vagyis egy mol (32 g) kénatom mellett $60/40 \cdot 32 \text{ g} = 48 \text{ g}$ oxigén van (3 mól oxigénatom). Mivel a molekulaképlet megegyezik a sztöchiometriai képlettel, így **molekulaképlete SO_3** .

b) A **kén-dioxid** olvadási- és forráspontja is alacsonyabb egy átlagos szobahőmérsékletnél (20-25 °C), ezért **gázhalmazállapotú**. A **kén-trioxid** olvadáspontja alacsonyabb, forráspontja pedig magasabb az előbbinél, ezért **folyékony**.

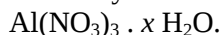
c) A **kén-dioxid** molekulája **V-alakú**, benne a **kötésszög kisebb 120°-nál** (119,7°, torzult síkháromszög), a **molekula poláris**. A **kén-trioxid** molekulájának **alakja síkháromszög, a kötésszög 120°**, a szabályos szimmetria miatt a kötéspolaritások kioltják egymást, ezért **apoláris molekula**. A többatomos **kén-trioxid-molekula mérete és tömege is nagyobb**. Egy halmaz olvadási- és forráspontját az határozza meg, hogy a halmazt felépítő részecskék (pl. molekulák) mekkora erővel kötődnek egymáshoz. Kapcsolódásuk annál erősebb, minél nagyobb egy molekula mérete (tömege) és a töltésselkülönülések nagysága (polaritása). Így a nagyobb méretű, de apoláris kén-trioxid-molekulákból álló halmaz és a kisebb méretű, de poláris molekulákból létrejövő halmaz olvadási- és forráspontja csak kis mértékben tér el egymástól. **A nagy különbségnek tehát más oka van.**

d) A SO_3 -molekulák összekapcsolódásával létrejövő részecske molekulaképlete legyen S_xO_{3x} , moláris tömege: $32 \text{ g/mol} \cdot 7,5 = 240 \text{ g/mol}$. A SO_3 moláris tömege 80 g/mol, így $240/80 = 3$ **kén-trioxid-molekula kapcsolódik össze a részecskében (trimer képződik), ezért molekulaképlete S_3O_9** .

e) Mivel az S_3O_9 -molekulák mérete és tömege is jóval nagyobb a SO_2 -molekuláénál, ezért a trimerekből álló halmaz olvadási- és forráspontja is jóval magasabb.

K144. Megoldás

A kristályvizet tartalmazó alumínium-nitrát képlete legyen



$$M[\text{Al}(\text{NO}_3)_3] = 213 \text{ g/mol}$$

$$M[\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}] = (213 + 18x) \text{ g/mol}$$

Az oldhatóság alapján induljunk ki 81 g vízmentes sóból és 100 g vízből.

A vízmentes só anyagmennyisége: $\frac{81 \text{ g}}{213 \text{ g/mol}} = 0,3803 \text{ mol}$, ami azonos

a kristályos só anyagmennyiségével, így ennek tömege: 0,3803 (213 + 18x) g.

A kristályos sóban levő víz tömege: 0,3803 mol · 18 x g, ezért ennyivel csökken az oldószer tömege. A kristályos só oldhatóságára felírható $\frac{m(\text{kristályos só})}{m(\text{víz})}$:

$$\frac{371,43}{100} = \frac{(213 + 18x) 0,3803}{100 - 0,3803 \cdot 18x}$$

$$x = 9 \text{ mól}$$

A kristályos só képlete: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$.

K145. Megoldás

Legyen ρ a töményebb oldat sűrűsége és 1,02 ρ a hígabb oldaté.

Induljunk ki 100 g oldatból. Ha az alkohol tömegszázaléka a negyedére csökkent, akkor tömege négyszeres lett (400 g), azaz 100 g oldathoz 300 g vizet adtunk.

A kiindulási 100 g oldat térfogata: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{\rho} \text{ cm}^3$, a 300 g víz

térfogata 300 cm^3 , így összeöntés után az elegy elméleti térfogata:

$$V(\text{elméleti}) = \frac{100}{\rho} \text{ cm}^3 + 300 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Az elegy tényleges térfogata : } V = \frac{400}{1,02 \rho} \text{ cm}^3.$$

Az elegyítés során fellépő térfogat-növekedés:

$$\Delta V = \frac{400}{1,02 \rho} - \left[\frac{100}{\rho} + 300 \right] \text{ cm}^3, \quad \text{ami } 0,386 \% \text{-a az elméleti}$$

térfogatnak:

$$\frac{400}{1,02 \rho} - \left[\frac{100}{\rho} + 300 \right] = \left[\frac{100}{\rho} + 300 \right] \cdot 0,00386.$$

Ebből $\rho = 0,969 \text{ g/cm}^3$, és ez a 20 tömeg%-os alkohololdat sűrűségének felel meg. A hígabb oldat sűrűsége: $1,02 \cdot 0,969 \text{ g/cm}^3 = 0,9884 \text{ g/cm}^3$, vagyis a hígított oldat 5 tömeg%-os.

$M(\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3) = 60 \text{ g/mol}$. A töményebb oldat térfogata:

$$V = \frac{100 \text{ g}}{0,969 \text{ g/cm}^3} = 103,199 \text{ cm}^3, \text{ az alkohol anyagmennyisége pedig:}$$

$$n = \frac{20 \text{ g}}{60 \text{ g/mol}} = 0,3333 \text{ mol.}$$

A töményebb oldat anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,3333 \text{ mol}}{0,10312 \text{ dm}^3} = \mathbf{3,232 \text{ mol/dm}^3}.$$

A hígabb oldat térfogata: $V = \frac{400 \text{ g}}{0,9884 \text{ g/cm}^3} = 404,694 \text{ cm}^3$, benne az

alkohol anyagmennyisége nem változott a hígításkor, így **a hígabb oldat anyagmennyiség-koncentrációja:**

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,3333 \text{ mol}}{0,40469 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,8236 \text{ mol/dm}^3}.$$

Eredmények az I. forduló után (max. 50 pont)

	Név/Iskola	136	137	138	139	140	I. ford. össz.
1	Ábrók Sándor Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	2	3	10	7	6	28
2	Ármós Csaba Debrecen	5	5	9	4	0	23
3	Bali Dominika Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	1	1	0	0	3	5

	Név/Iskola	136	137	138	139	140	I. ford. össz.
4	Bauer Balázs Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	9	10	10	9	5	43
5	Bősze Zsuzsanna Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	6	9	10	0	2	27
6	Erdősi Réka Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	4	0	0	0	4	8
7	Farkas Eszter Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	4	0	0	0	3	7
8	Fazekas Zsolt Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	7	10	9	2	2	30
9	Halmi Balázs Garay János Gimnázium, Szekszárd	6	10	10	4	4	34
10	Kiss Réka Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	4	0	0	0	0	4
11	Kőműves Boglárka Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	3	0	0	0	2	5
12	Müller Dóra Tímea Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	4	10	10	0	0	24
13	Nagy Fruzsina Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest	8	4	10	8	0	30

	Név/Iskola	136	137	138	139	140	I. ford. össz.
14	Németh Dóra Garay János Gimnázium, Szekszárd	1	10	10	3	7	31
15	Potyondi Gergő Garay János Gimnázium, Szekszárd	9	10	9	4	8	40
16	Prajczer Petra Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	6	2	3	0	3	14
17	Tárkányi Domonkos Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest	5	0	2	0	4	11
18	Vogronics Patrik Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	4	9	0	0	3	16
19	Vörös Zoltán János Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	10	10	9	10	9	48

BEKÜLDENDŐ FELADATOK

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő email címen várjuk 2011. március 1-ig: katalin.nadrai@gmail.com:

K146. Ha kénport lassan és óvatosan, kis lángon melegítünk, majd az olvadékot erősebb lángon hevítjük tovább, végül a már könnyen folyó olvadékot hirtelen hideg vízbe öntjük, akkor a kén mindhárom (ismert) allotrop módosulátát előállíthatjuk.

a) Mi a kén három ismert allotrop módosulata, és a szilárd anyagok melyik csoportjába tartozik?

b) Az egyes módosulatok miben térnek el egymástól, és milyen körülmények között stabilisak?

c) Az óvatos melegítés során az első jelentős (szemmel nem látható) minőségi változás 95 °C körül megy végbe. Mi ez a jelenség? Miért szabad csak enyhén és lassan melegíteni a ként?

d) Ilyen körülmények között a kén kb. 120 °C-on olvad meg. Milyen az olvadék színe, mekkora a viszkozitása (folyóssága, belső súrlódása)? Határozza meg az olvadékot felépítő részecskék moláris tömegét!

e) A legtöbb folyadék viszkozitása csökken a hőmérséklet emelésével. Mi ennek a magyarázata?

f) További melegítéskor kb. 150 °C-on kezd az olvadék színe változni, lassan sötétedik, miközben a moláris tömege még nem változik. Mi a színváltozás oka?

g) Az olvadéknak 160-190 °C között szinte minden tulajdonsága megváltozik. Színe például tovább mélyül, viszkozitása több ezerszeresére nő. Az átlagos moláris tömeg ekkor lehet $6,4 \cdot 10^6$ kg/kmol is. Hány atom építi fel ebben az esetben átlagosan a láncokat, és ezek hogyan alakulnak ki? Mivel magyarázható a hőmérséklet-növekedésnek ebben a tartományában a viszkozitás különös változása?

h) 400 °C-on az olvadék átlagos moláris tömege $3,2 \cdot 10^4$ g/mol, 600 °C-on pedig a tizede. Mi az átlagos molekulaképlet ezen a két hőmérsékleten? Hogyan változik a viszkozitás ebben a hőmérséklet-tartományban és miért? Hogyan változik vajon a gőzállapotú kén molekuláinak atomszáma a hőmérséklet emelésével?

i) Ha ezt az olvadékot hirtelen hideg vízbe öntjük, milyen színű és állagú kén keletkezik? Miért tekinthető túlűtött olvadéknak ez a kén? Milyen változás tapasztalható a felületén néhány óráss állás után?

j) Amíg a szobahőmérsékleten stabilis kén jól oldódik szén-diszulfidban, addig a hirtelen lehűtött olvadéknak csak egy része oldódik, más része oldhatatlan. Mi lehet ennek a magyarázata?

10 pont

K147. Határozzuk meg a szobahőmérsékleten stabilis kénallotrop oldhatóságát szén-diszulfidban 25 °C-on (g kén/100 g oldószer illetve a telített oldat tömegszázalékos összetétele)! A telített oldatról azt tudjuk, hogy az oldat összes kén tartalma (oldott és kötött kén) 88,347 tömegszázalék.

10 pont

K148. Egy szénhidrogént sztöchiometriai mennyiségű oxigénben tökéletesen elégetünk. Meghatározható-e a szénhidrogén pontos összegképlete illetve molekulaképlete az alábbi két esetben?

a) A kiindulási anyagok valamint a vízgőzt is tartalmazó végtermék anyagmennyisége azonos.

b) A szénhidrogén elégetéséhez (a szénhidrogén tömegéhez képest) 3,077-szer nagyobb tömegű oxigén szükséges.

Ha több megoldás is létezik, akkor írja le legalább két szénhidrogén égésének egyenletét!

10 pont

K149. Egy zárt edényben hidrogén- és klórgáz elegye van. Szikrával beindítjuk a reakciót, majd még annak befejeződése előtt le is állítjuk. Ekkor a végtermékben a klór térfogat%-a egy harmada annak, mint amennyi a kiindulási gázelegyenben volt. Ha ugyanezt a reakciót (azonos körülmények és anyagmennyiségek) vízzár felett hajtjuk végre, akkor az átalakulás mértéke ugyanaz lesz, de a végtermék térfogat%-os klórtartalma kétszer akkora, mint az előző kísérlet végtermékében volt. (A víz párolgásától valamint az elemi gázok vízben való oldódásától eltekinthetünk.) A kiindulási anyagok hány százaléka alakult át a reakcióban?

10 pont

K150. Hogyan változik meg a szilárd és a folyékony fázis tömege, ha 16,35 g tömegű cinklemezt helyezünk

a) 50 cm³ 20 tömegszázalékos sósavoldatba, melynek sűrűsége 1,100 g/cm³,

b) 487,6 g tömegű nátrium-hidroxid-oldatba, melynek anyagmennyiség-koncentrációja 6,095 mol/dm³, sűrűsége pedig 1,219 g/cm³,

c) 300 cm³ 1,238 anyagmennyiség-százalékos réz-szulfát-oldatba ($\rho = 1,107 \text{ g/cm}^3$)?

10 pont

Feladatok haladóknak

Megoldások

H131. Először állapítsuk meg a kálium-hidroxid-oldat koncentrációját! A titrálás során fogyott sósavoldat anyagmennyisége:

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0050 \text{ dm}^3 = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

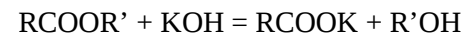
Ez természetesen megegyezik a megtitrált kálium-hidroxid anyagmennyiségével. Az eredeti (hígítatlan) oldatnak csak $\frac{1}{10}$ -ed részét titráljuk meg a hígítás miatt, így a 10,0 cm³ térfogatú hígítatlan lúgoldat kálium-hidroxid-tartalma:

$$n(\text{KOH}) = 10 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

A kálium-hidroxid-oldat koncentrációja:

$$c(\text{KOH}) = (5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) / (10 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3) = 0,5 \text{ mol/dm}^3.$$

Az észter hidrolízise (elszappanosítása) során az alábbi folyamat megy végbe:



A reakcióegyenlet alapján 1 mól észterre 1 mólnyi kálium-hidroxid fogy.

Így minden elszappanosítás során $n_0(\text{KOH}) = 0,500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0600 \text{ dm}^3 = 0,03 \text{ mol}$ kálium-hidroxidot adunk az észterhez. Ezután az oldatot hígítjuk, és az eredeti mennyiség $\frac{1}{10}$ -ed részében lévő kálium-hidroxidot sósavoldattal titráljuk, például az első esetben a fogyások átlagából kiszámítható a fogyott sósav anyagmennyisége:

$$n(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0186 \text{ dm}^3 = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{ mol, mely megegyezik}$$

a maradék kálium-hidroxid anyagmennyiségével. Mivel az elszappanosítás termékének csak tizedét titráltuk, az eredeti oldatban a maradék kálium-hidroxid anyagmennyisége: $n(\text{KOH}) = 1,86 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$

Így az észter hidrolízisére fogyott kálium-hidroxid anyagmennyisége, mely megegyezik az észter anyagmennyiségével a reakcióegyenlet alapján:

$$n(\text{észter}) = n_0(\text{KOH}) - n(\text{KOH}) = 0,03 \text{ mol} - 1,86 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 0,0114 \text{ mol}$$

Így az észter moláris tömege:

$$M(\text{A}) = (1 \text{ g}) / (0,0114 \text{ mol}) = 87,7 \text{ g/mol.}$$

Az eljárást megismétljük a másik három észterre is, a kapott eredmények:

Észter	$n(\text{HCl})$	$n(\text{KOH})$	$n(\text{észter})$	M
A	$1,86 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$0,0186 \text{ mol}$	$0,0114 \text{ mol}$	$87,7 \text{ g/mol}$
B	$1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$0,0165 \text{ mol}$	$0,0135 \text{ mol}$	$74,1 \text{ g/mol}$
C	$1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$0,0133 \text{ mol}$	$0,0167 \text{ mol}$	$59,9 \text{ g/mol}$
D	$1,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$0,0164 \text{ mol}$	$0,0136 \text{ mol}$	$73,5 \text{ g/mol}$

Mivel az észterek telített karbonsavból és telített alkoholokból származnak, az általános képletük: $\text{H}(\text{CH}_2)_a\text{COO}(\text{CH}_2)_b\text{H}$, ahol $a \geq 0$, $b \geq 1$ egész számok (b nem lehet 0, mivel ekkor karbonsavat kapunk és nem észtert!). Tetszőleges a és b esetén az észter moláris tömege:

$$M = (1,0 + 14,0 \cdot a + 12,0 + 2 \cdot 16,0 + 14,0 \cdot b + 1,0) \text{ g/mol}$$

$$= [46,0 + 14,0 \cdot (a + b)] \text{ g/mol}.$$

A négyféle észter esetén tehát az észterben található metilénsoportok (CH_2) száma:

Észter	M	$a + b$
A	$87,7 \text{ g/mol}$	$2,98 \approx 3$
B	$74,1 \text{ g/mol}$	$2,01 \approx 2$
C	$59,9 \text{ g/mol}$	$0,99 \approx 1$
D	$73,5 \text{ g/mol}$	$1,96 \approx 2$

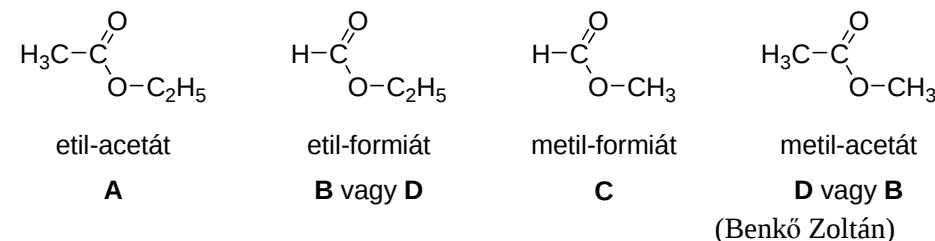
Ne feledkezzünk meg arról, hogy a feladat kísérleti eredményeket tartalmazott, ezért a megfelelő egészre kell kerekítenünk ($a + b$) értékét!

A **C** észterben egyetlen metilénsoport található, ez biztosan a metil-formiát (HCOOCH_3). (A másik lehetőség, azaz ha $a = 1$ és $b = 0$, esetén viszont az ecetsavat kapjuk eredményként, mely nem észter!)

Tehát az egyik kiindulási sav a hangyasav, az egyik kiindulási alkohol pedig a metil-alkohol. A két közel azonos moláris tömegű észterben (**B** és **D**) azonos számú metilénsoport van ($a + b = 2$ mindkét észter esetén). Ez kétféleképpen teljesülhet: vagy $a = 1$ és $b = 1$, vagy $a = 0$ és $b = 2$ (természetesen $a = 2$ és $b = 0$ esetén ismét karbonsavat kapunk). Az első esetben a metil-acetátról van szó ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$), a második vegyület pedig az etil-formiát ($\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$). Tehát a két sav a hangyasav és az ecetsav, a két alkohol pedig a metanol és az etanol. Így a negyedik észter (**A**) csak az etil-acetát ($\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$) lehet (ekkor $a = 1$ és $b = 2$).

(Megjegyzés: az **A** észter esetén elvileg lehetséges az $a = 0$ és $b = 3$, illetve az $a = 2$ és $b = 1$ párosítás is. Az első esetben propil-formiátot, míg a másodikban a metil-propionátot kapjuk, ám ezek nem teljesítik a feladat szövegének feltételét.)

Tehát a feladat megoldása:



H132. A patron $v \text{ cm}^3$ térfogatú cseppfolyós, és $(10 - v) \text{ cm}^3$ térfogatú gázhalmazállapotú CO_2 -t tartalmaz. A fázisok tömege 25°C -on $0,7058 \text{ g/cm}^3 \cdot v \text{ cm}^3$, ill. $0,2387 \text{ g/cm}^3 \cdot (10 - v) \text{ cm}^3$, a két tömeg összege 6 g , innen $\underline{v \equiv 7,7 \text{ cm}^3}$, a folyadékfázis tömege pedig $0,7058 \text{ g/cm}^3 \cdot v \text{ cm}^3 = 5,4 \text{ g}$, ez a teljes mennyiség $5,4 \text{ g} / 6 \text{ g} \rightarrow \underline{90\%}$ -a. A táblázat adatai szerint $31,1^\circ\text{C}$ -on van a CO_2 kritikus pontja, e fölött a gáz teljes mennyisége gáz halmazállapotú, nincs folyadékfázis a patronban.

(Kóczán György)

H133.

a) Számítsuk ki a szükséges NaOH mennyiségét (1 dm^3 oldat esetén, az oldódás során a térfogatváltozást elhanyagolhatónak tekintve), melynek oldása során a pH egy egységet növekszik! (A [] minden esetben az egyensúlyi koncentrációt jelöli.)

- i) $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es HCl -oldat: $\text{pH} = 1,0$, $[\text{H}^+] = 0,1 \text{ mol/dm}^3$
 $\text{pH}_{\text{új}} = 2,0$, $[\text{H}^+]_{\text{új}} = 0,01 \text{ mol/dm}^3$. Ennek eléréséhez $0,09 \text{ mol}$ HCl -t kell elreagáltatni 1 dm^3 oldat esetén, melyhez $0,09 \text{ mol}$ NaOH szükséges. (1 pont)
- ii) $0,001 \text{ mol/dm}^3$ -es HCl -oldat: $\text{pH} = 3,0$, $[\text{H}^+] = 0,001 \text{ mol/dm}^3$
 $\text{pH}_{\text{új}} = 4,0$, $[\text{H}^+]_{\text{új}} = 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. Ennek eléréséhez $9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

HCl-t kell elreagáltatni 1 dm³ oldat esetén, melyhez 9·10⁻⁴ mol NaOH szükséges. (1 pont)

iii) 0,1 mol/dm³-es CH₃COOH-oldat:

$$A \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ összefüggés alapján}$$

$$\text{felírható: } \frac{x^2}{0,1-x} = 1,8 \cdot 10^{-5},$$

melyből $x = [\text{H}^+] = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

A pH értékének eggyel való növelése miatt

$$[\text{H}^+]_{\text{új}} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Írjuk fel a szükséges, y mol NaOH adagolása után az

egyensúlyra érvényes egyenleteket:

$$\text{töltésmérleg: } [\text{H}^+]_{\text{új}} + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

$$\text{anyagmérleg: } 0,1 \text{ M} = [\text{CH}_3\text{COO}^-] + [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]_{\text{új}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_s$$

A megfelelő értékeket beírva és az egyenleteket megoldva

$y = 0,012 \text{ mol NaOH}$ adódik. (1,5 pont)

iv) Tiszta víz: pH = 7,0, $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$

$$\text{pH}_{\text{új}} = 8,0, [\text{H}^+]_{\text{új}} = 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

A szükséges, x mol NaOH adagolása után az egyensúlyra

érvényes egyenletek:

$$\text{töltésmérleg: } [\text{H}^+]_{\text{új}} + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-]$$

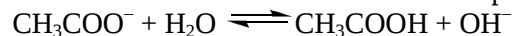
$$\text{vízionszorzat: } [\text{H}^+]_{\text{új}}[\text{OH}^-] = K_v$$

$$\text{Ebből } x = 9,9 \cdot 10^{-7} \text{ mol NaOH}$$

(1 pont)

v) 0,1 mol/dm³-es CH₃COONa-oldat

A só oldásakor az alábbi disszociációs lépés megy végbe:



A hidrolízisállandó:

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]} =$$

$$= \frac{K_v}{K_s} = 5,6 \cdot 10^{-10}$$

Az egyensúlyra érvényes egyenletek:

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$\text{töltésmérleg: } [\text{H}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

$$\text{anyagmérleg: } 0,1 \text{ M} = [\text{CH}_3\text{COO}^-] + [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$\text{vízionszorzat: } [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_v$$

$$\text{Ebből } [\text{OH}^-] = 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3, \text{ azaz az oldat pH-ja: } 8,9$$

A pH értékének eggyel való növelése miatt

$$[\text{OH}^-]_{\text{új}} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

x mol NaOH hozzáadása után újból felírhatók az alábbi

egyenletek:

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]_{\text{új}}}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]'}$$

$$\text{töltésmérleg: } [\text{H}^+]' + [\text{Na}^+]' = [\text{OH}^-]_{\text{új}} + [\text{CH}_3\text{COO}^-]'$$

$$\text{anyagmérleg: } 0,1 \text{ M} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]' + [\text{CH}_3\text{COOH}]'$$

$$\text{vízionszorzat: } [\text{H}^+]'[\text{OH}^-]_{\text{új}} = K_v$$

$$\text{Ebből: } x = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol NaOH szükséges.}$$

(2 pont)

vi) 0,01 mol/dm³-es NaOH-oldat, pH = 12,0,

$$[\text{OH}^-] = 0,01 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH}_{\text{új}} = 13,0, [\text{OH}^-]_{\text{új}} = 0,1 \text{ mol/dm}^3.$$

Ennek eléréséhez 0,09 mol NaOH-ot kell adagolni 1 dm³.

(1 pont)

vii) 0,1 mol/dm³-es CH₃COOH és 0,1 mol/dm³-es CH₃COONa-oldat. A rendszer egy pufferrendszer, alkalmazható rá a

$$K_s = \frac{c_{\text{só}}}{c_{\text{sav}}} \cdot [\text{H}^+]$$

$$\text{Ebből } [\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3, \text{ azaz a pH} = 4,7$$

$$\text{pH}_{\text{új}} = 5,7, [\text{H}^+]_{\text{új}} = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

x mol NaOH adagolása után a pufferképletbe való

helyettesítés:

$$K_s = \frac{0,1+x}{0,1-x} \cdot [\text{H}^+]_{\text{új}}$$

$$\text{melyből } x = 8,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol NaOH}$$

(1,5 pont)

Tehát a legtöbb NaOH-ot a 0,1 mol/dm³-es -os HCl-oldat esetén, míg a legkevesebbet a tiszta víz esetén kell adagolni.

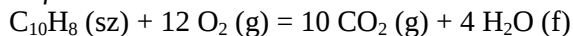
b) A kapott eredményeket áttekintve látható, hogy a legnagyobb pufferkapacitása az erős sav, illetve az erős bázis elég nagy koncentrációjú oldatának van. A koncentrációval csökken ezeknek az oldatoknak a pufferkapacitása. A pH skála középső régiójában a gyenge savat és annak erős bázissal alkotott sóját tartalmazó oldat pufferkapacitása a legnagyobb. Tehát valóban jól alkalmazhatók a pH stabilizálására a pufferoldatok, de erősen savas, illetve bázisos oldatoknál a pH beállítására használt erős sav/bázis maga a legjobb pH stabilizátor.

(1 pont)

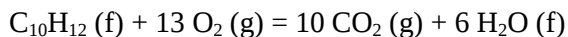
(Vörös Tamás, Magyarfalvi Gábor)

H134. Írjuk fel az egyes vegyületek égésének termokémiai egyenletét!

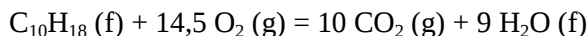
Naftalin:



Tetralin:



Dekalinok:



Az egyenletek alapján kiszámítható az egyes vegyületek standard égéshője (az elemi oxigén képződéshője 0 kJ/mol):

Naftalin:

$$\Delta_c H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_8) = [10 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{CO}_2) + 4 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [1 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_8) + 12 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{O}_2)] = \underline{\underline{-5229,7 \text{ kJ/mol}}}$$

Tetralin:

$$\Delta_c H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_{12}) = [10 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{CO}_2) + 6 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [1 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_{12}) + 13 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{O}_2)] = \underline{\underline{-5677,6 \text{ kJ/mol}}}$$

Cisz-dekalin:

$$\Delta_c H^\circ(\text{c-C}_{10}\text{H}_{18}) = [10 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{CO}_2) + 9 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [1 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_{18}) + 14,5 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{O}_2)] = \underline{\underline{-6338,1 \text{ kJ/mol}}}$$

Transz-dekalin:

$$\Delta_c H^\circ(\text{t-C}_{10}\text{H}_{18}) = [10 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{CO}_2) + 9 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [1 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_{18}) + 14,5 \cdot \Delta_k H^\circ(\text{O}_2)] = \underline{\underline{-6325,2 \text{ kJ/mol}}}$$

A vizsgált termékelegyen legyen a naftalin anyagmennyisége x , a tetralin y , a *cisz*-dekalin z , a *transz*-dekalin pedig w (mólban kifejezve)! A termékelegyen össztömege a moláris tömegek alapján (grammban kifejezve):

$$M(\text{C}_{10}\text{H}_8) \cdot x + M(\text{C}_{10}\text{H}_{12}) \cdot y + M(\text{c-C}_{10}\text{H}_{18}) \cdot z + M(\text{t-C}_{10}\text{H}_{18}) \cdot w = 13,31$$

$$128,0 \cdot x + 132,0 \cdot y + 138,0 \cdot z + 138,0 \cdot w = 13,31 \quad (1)$$

Az égés során felszabaduló hő (negatív előjel!) felírható az egyes vegyületek égéshőinek összegeként (kJ-ban kifejezve):

$$\Delta_c H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_8) \cdot x + \Delta_c H^\circ(\text{C}_{10}\text{H}_{12}) \cdot y + \Delta_c H^\circ(\text{c-C}_{10}\text{H}_{18}) \cdot z + \Delta_c H^\circ(\text{t-C}_{10}\text{H}_{18}) \cdot w = -579,6$$

$$(-5229,7) \cdot x + (-5677,6) \cdot y + (-6338,1) \cdot z + (-6325,2) \cdot w = -579,6 \quad (2)$$

Az égés során keletkezett víz anyagmennyisége:

$$n(\text{víz}) = (11,79 \text{ g}) / (18,0 \text{ g/mol}) = 0,655 \text{ mol.}$$

A keletkezett víz anyagmennyiségére is felírhatunk egy egyenlet:

$$4 \cdot x + 6 \cdot y + 9 \cdot z + 9 \cdot w = 0,655 \quad (3)$$

A feladat szövege alapján a *transz*-dekalin mennyisége másfélszerese a *cisz*-dekalinénak, melyből a következő egyenlet következik:

$$w = 1,5 \cdot z \quad (4)$$

Tehát az alábbi négyismeretlenes egyenletrendszer kell megoldanunk:

$$128,0 \cdot x + 132,0 \cdot y + 138,0 \cdot z + 138,0 \cdot w = 13,31 \quad (1)$$

$$(-5229,7) \cdot x + (-5677,6) \cdot y + (-6338,1) \cdot z + (-6325,2) \cdot w = -579,6 \quad (2)$$

$$4 \cdot x + 6 \cdot y + 9 \cdot z + 9 \cdot w = 0,655 \quad (3)$$

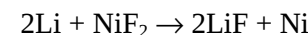
$$w = 1,5 \cdot z \quad (4)$$

Az egyenletrendszer megoldása: $x = 0,01 \text{ mól}$, $y = 0,065 \text{ mól}$, $z = 0,01 \text{ mól}$, $w = 0,015 \text{ mól}$. Ezek alapján a tömegszázalékos és mólszázalékos összetétel:

Vegyület	(m/m)%	(n/n)%
Naftalin	9,6%	10,0%
Tetralin	64,5%	65,0%
<i>cisz</i> -dekalin	10,4%	10,0%
<i>transz</i> -dekalin	15,5%	15,0%

(Benkő Zoltán)

H135. Az elemi lítium és a nikkel(II)-fluorid között lejátszódó kémiai reakció egyenlete:



Egy mol nikkel(II)-fluorid redukciója láthatóan 2 mol elektron vándorlásával jár. Az elemek jellemzésére használatos mAh egység elektromos töltést jelent. 2200 mAh nyilván 2,2 Ah, vagyis $2,2 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} =$

= 7920 C. Egy mol elektron töltését a Faraday-állandó adja meg (96 485 C/mol), így a feladatban szereplő elem $7920 \text{ C} / 96 485 \text{ C/mol} = 0,082 \text{ mol}$ elektron töltésének áramoltatására képes. Ehhez nyilván legalább 0,082 mol Li és 0,041 mol NiF_2 szükséges, amelyek össztömege $0,082 \text{ mol} \cdot 6,94 \text{ g/mol} + 0,041 \text{ mol} \cdot 96,69 \text{ g/mol} = 4,5 \text{ g}$. Ez tekinthető egy ilyen elem elvi minimális tömegének, mert az egyéb alkatrészek (elektrodanyag, elektrolit, borítás) méretének nincsen elvi alsó határa. Vegyük észre, hogy a feladat megoldásához nem volt szükség elektródpotenciálokra.

A beérkezett 28 megoldásból 26 kapott tíz pontot

(Lente Gábor)

HO-61.

a) A csak ^1H izotópokat tartalmazó hidrogénmolekula tömege 50%-kal változik, ha az egyik próciumot deutériumra (stabil izotóp) cseréljük, tríciumra (radioaktív izotóp) való cserénél a változás 100%. Bebizonyítjuk, hogy semmilyen más molekulában nem lehet a változás ennél nagyobb. Egy molekula tömegének százalékos megváltozása semmiképpen kisebb, mint a cserélt izotóp tömegének százalékos változása, mert

$$\frac{\Delta m_{\text{izotóp}}}{m_{\text{maradék}} + m_{\text{izotóp}}} < \frac{\Delta m_{\text{izotóp}}}{m_{\text{izotóp}}}$$

A képletben $m_{\text{izotóp}}$ a könnyebb izotóp tömege, $\Delta m_{\text{izotóp}}$ a két izotóp tömegkülönbsége, $m_{\text{maradék}}$ a molekula többi részének tömege. Ha csak stabil izotópokat veszünk figyelembe, akkor $\Delta m_{\text{izotóp}}/m_{\text{izotóp}}$ maximális értéke az összes hidrogéntől különböző elemre $4/3$ a hélium esetében (^3He és ^4He). Ez eleve kisebb, mint a hidrogénmolekula esetében tapasztalható 50%-os tömegnövekedés. Ha radioaktív izotópok között is keresünk, akkor 2-nél nagyobb $\Delta m_{\text{izotóp}}/m_{\text{izotóp}}$ arány két elemre jöhet szóba. Az egyik a He (^3He és ^8He), de héliumtartalmú molekula nem ismert. A másik lehetőség a Be (^6Be és ^{13}Be). A legkisebb tömegű berilliumtartalmú molekula a BeH_2 , amelyben ez az izotópcsera a molekulatömeget 8-ról 15-re növeli, vagyis 87,5% növekedéssel jár. Így a megoldás csakis a hidrogénmolekula lehet függetlenül attól, hogy megengedünk-e radioaktív izotópokat vagy sem. Megjegyezzük még, hogy a magfizikában már a ^7H

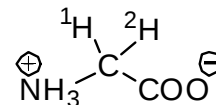
izotópot is leírták (becsült felezési ideje $2 \cdot 10^{-23} \text{ s}$), de a feladat kérdésére adott választ ez a tény sem befolyásolja.

b) Az izotópok eloszlása független a molekulától. Így az egyensúlyi állandó egyszerű valószínűségi számításokkal megadható. A bróm két izotópjának gyakoriságát paraméteresen vesszük figyelembe: ^{79}Br -é p (≤ 1), a ^{81}Br -é $(1-p)$. Így az elemi brómban a $^{79}\text{Br}^{79}\text{Br}$ móltörtje p^2 , a $^{81}\text{Br}^{81}\text{Br}$ -é $(1-p)^2$, a $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ -é $2p(1-p)$. Az egyensúlyi állandó:

$$K_x = \frac{[2p(1-p)]^2}{p^2(1-p)^2} = 4$$

Vegyük észre, hogy ez független az izotóp gyakoriságától!

c) A glicin szerkezete önmagában nem királis. Az izotópokat is megkülönböztetve az α -szénatomhoz kapcsolódva egy ^1H -t és egy ^2H -t tartalmazó izotopomer azonban már királis. A deutérium gyakorisága 0,00015, a próciumé 0,99985 így a királis forma gyakorisága $2 \cdot 0,00015 \cdot 0,99985 = 0,00030$.



1,0 gramm glicinben $6,0 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \cdot 1,0 \text{ g} / 75,08 \text{ g/mol} = 8,0 \cdot 10^{21}$ db molekula van, így a királis molekulák száma $0,00030 \cdot 8,0 \cdot 10^{21} = 2,4 \cdot 10^{18}$ db.

A beérkezett 25 megoldásból 7 kapott tíz pontot.

(Lente Gábor)

HO-62.

A javítás során számos dilemma vetődött fel, ezekből írok le az alábbiakban néhányat. Ez talán mentségül szolgálhat arra, hogy a megoldásokat nem tudtam olyan szigorú alapelvek szerint pontozni, mint máskor.

A konkrét feladat szövege így fogalmazható át: sorolj fel minél több olyan különböző molekulát, amelyben 5,7, illetve 8 különböző kétatom-távolság van; a hidrogénatomokat hagyd figyelmen kívül. Azaz a molekula geometriáját és szimmetriáját kellett együttesen figyelembe venni. Precíz értelemben két atom-atom távolság csak akkor egyezik meg, ha a szóban forgó két atompárt a molekula egyik szimmetriaművelete egymásba

transzformálja. Például a tetraklór-etilénben az 1. szénatom és a második szénatomhoz kapcsolódó klóratom távolsága ugyanakkora, mint a 2. szénatom és az 1. szénatomhoz kapcsolódó klóratom távolsága, mivel a két atompárt a molekula C-C kötésre merőleges tükörsíkja egymásba transzformálja. Ugyanebből az okból viszont nem egyenlő az *n*-hexán 2-3., illetve 3. és 4. szénatomja közti távolság, mivel a két atompár a fent leírt módon nem transzformálható egymásba – holott mindkét esetben C-C egyes kötésről van szó. Hasonló módon az 1,3,5-trimetilbenzol (mezitilén) molekulájában sem egyenlő az 1-3., illetve a 2-4. szénatomok távolsága.

Más oldalról megközelítve a kérdést: a 2-metilbután molekulájában ugyanannyi különböző atompár-távolságot találhatunk, amennyit a 2-metil-propanolében; a 2-metilbutánban a 4. szénatom heteroatomnak számít, abban az értelemben, hogy a 3. és 4. szénatom közti távolság egészen biztosan különbözik, mondjuk az 1-2. szénatomok távolságától, annak ellenére, hogy mindkét esetben két sp^3 hibridizációjú szénatom távolságáról van szó. Például a PCl_5 axiális klóratomjai 214 pm, ekvatoriális klóratomjai 202 pm távolságban vannak a foszforatomtól – ezért a feladat szempontjából ez a molekula ekvivalens a transz- PF_2Cl_3 molekulával.

Eddig a tiszta elmélet. Most jön a gyakorlat: a radiális eloszlási függvényen a csúcsok szélessége legalább 0,1 angström. Nyilvánvaló tehát, hogy az olyan kis különbségek, amelyek a fent említett *n*-hexán molekulájában vannak, nem látszanak ezeken a görbéken. Az *n*-hexán ugyan szimmetria-megfontolások alapján 9 csúcsot adna (1-2., 1-3., 1-4., 1-5., 1-6., 2-3., 2-4., 2-5., 3-4. szénatomok távolsága), gyakorlatilag azonban csak 5 csúcsot ad (attól függően, hogy két szénatom egymástól hány C-C kötésnyi távolságra van). A mezitilén is tekinthető úgy, hogy benne a gyűrű szénatomjai szabályos hatszöget alkotnak. Nem ez a helyzet azonban az 1,3,5-triklórbenzol esetében, mivel a klóratomok – a metilcsoporttal ellentétben – erős elektronszívó hatásuknál fogva megváltoztatják a molekula elektronsűrűség-eloszlását, azaz a kötésviszonyokat is (Ebben a molekulában a klóratomokat tartalmazó szénatomoknál a CCC kötésszög 122°). Hasonló a helyzet a klórbutánnál, ahol az 1-2., illetve a 2-3. szénatom távolsága biztosan nem egyenlő.

A szimmetria-megfontolásokon kívül természetesen a geometriai viszonyokat is figyelembe kell venni. Például az AX_3BC típusú molekulák közül például a triklór-acetonitrilt elfogadtam, mint 7 csúcsot adó molekulát, de a triklór-acetaldehidet, vagy a triklór-etanolat nem. A

hármast tartalmazó vegyületekben ugyanis a B-C kötés egy vonalba esik az A-B kötéssel (sp hibridizáció), így a B jelű atom egyenlő távolságra van mindhárom X atomtól, míg a többi két molekula esetében az oxigénatom az egyik klóratomtól távolabb van, mint a többi kettőtől.

Néhányan azt feltételezték, hogy a cikloalkánok szabályos *n*-szög szerkezetűek, ezért egy *n* szénatomot tartalmazó cikloalkán molekulájában $n/2$ darab kétatom-távolság van. Sajnos azonban ez nem igaz, továbbá a szomszédos szénatomok távolsága sem egyenlő ezekben a molekulákba (a ciklodekánban az egymás melletti szénatomok távolsága 1,529, illetve 1,538 angström.)

Egy további szempont volt, az hogy bizonyos szerkezetű molekulákhoz rengeteg analóg szerkezetű molekula rendelhető - amelyek atomjai között kölcsönösen egyértelmű megfeleltetés létesíthető, és így a radiális eloszlási görbén ugyanannyi csúcsot adnak. Nyilvánvaló, hogy az SO_2Cl_2 ugyanannyi csúcsot ad, mint az SO_2F_2 illetve az SO_2Br_2 . Ezek a molekulák azonban analógok a CF_2Cl_2 -vel, sőt a $CF_2(CH_3)_2$ -vel is. A megoldók közül *Sveiczzer Attila* próbálta meg általános szerkezetekkel leírni az általa talált molekulákat: a különböző atomokat/atomcsoportokat különböző, az azonosakat azonos betűvel jelölte, A,B,C-vel a központi atomokat, X,Y,Z-vel a ligandumokat, X_0 -lal pedig a nemkötő elektronpárokat, illetve a hidrogénatomokat jelölte.

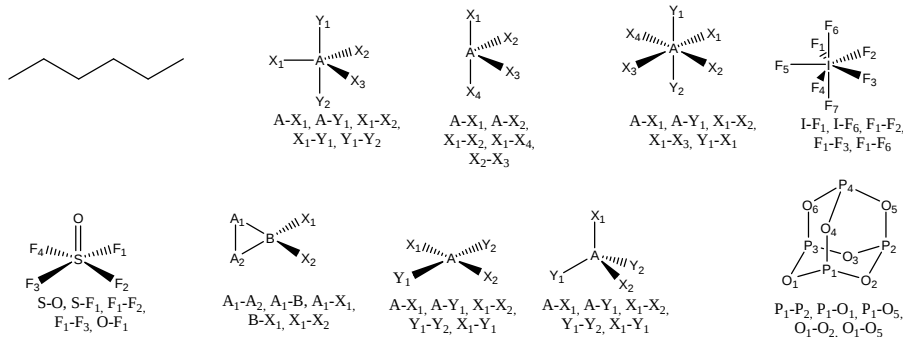
Mindezt figyelembe véve a megoldásokat a következőképp pontoztam: ha egy megoldás mind geometriai, mind szimmetria-viszonyok alapján helyesnek bizonyult, 1 pontot adtam rá; ha analóg molekulákat is felsorolt a beküldő, további 0,5 pontot kapott. Úgy tekintettem, hogy a szerves molekulák alkil-szubsztituált változataiban a kötésviszonyok nem változnak az eredetihez képest; továbbá a nyílt láncú alkánokban is úgy tekintettem, hogy bennük csak egyféle C-C kötéstávolság van. Az ilyen vegyületekre 0,25 pontot adtam; amennyiben analóg vegyületeket is felsorolt a versenyző, 0,5 pontot kapott. Az erősen elektronszívó- vagy elektronszívó csoportokkal szubsztituált vegyületek esetén azonban már nem fogadtam el ezt a feltételezést, ezért ezekre nem adtam pontot.

A feladat átlagos pontszáma igen alacsony lett: 3,1 pont. Két megoldó küldött be kiemelkedően jó megoldást (10 pont): *Sveiczzer Attila* (Bp., *Eötvös József Gimnázium, 12.o.t.*) és *Pós Eszter Sarolta* (Bp., *ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola, 12.o.t.*).

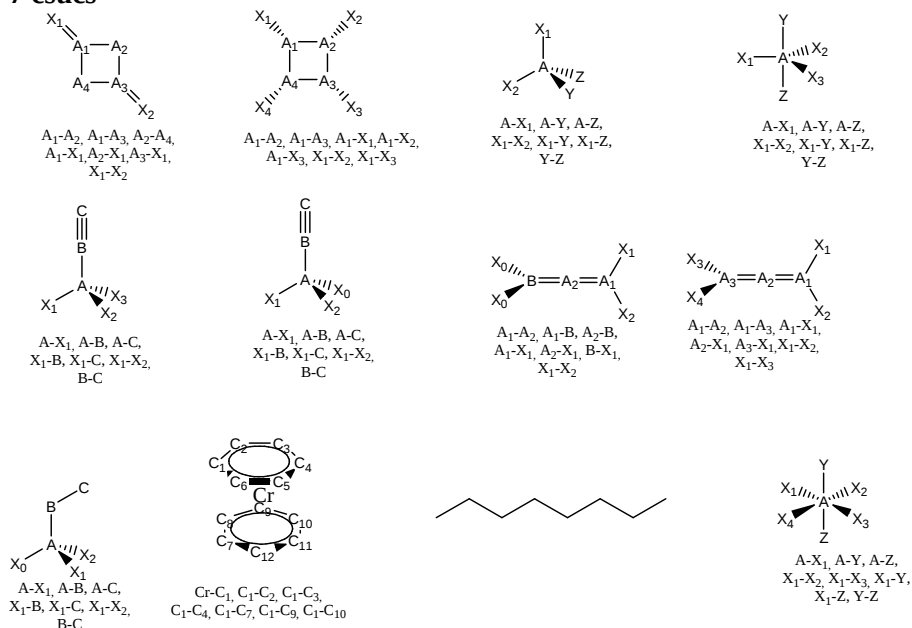
Végezetül álljon itt a teljesség igénye nélkül néhány megoldás. Ezeket a legtöbbször (hacsak nem valamilyen igen speciális szerkezetű molekuláról

volt szó) általános képlettel adtam meg (Sveiczzer Attila megoldása alapján, ld. fenn). A megadott szerkezetekben a geometria rögzített, a kötések rendősége azonban nem feltétlenül.

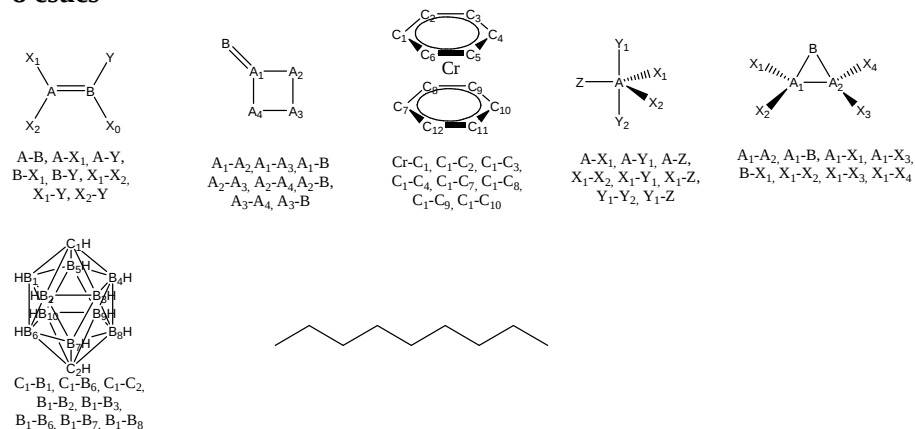
5 csúcs



7 csúcs



8 csúcs

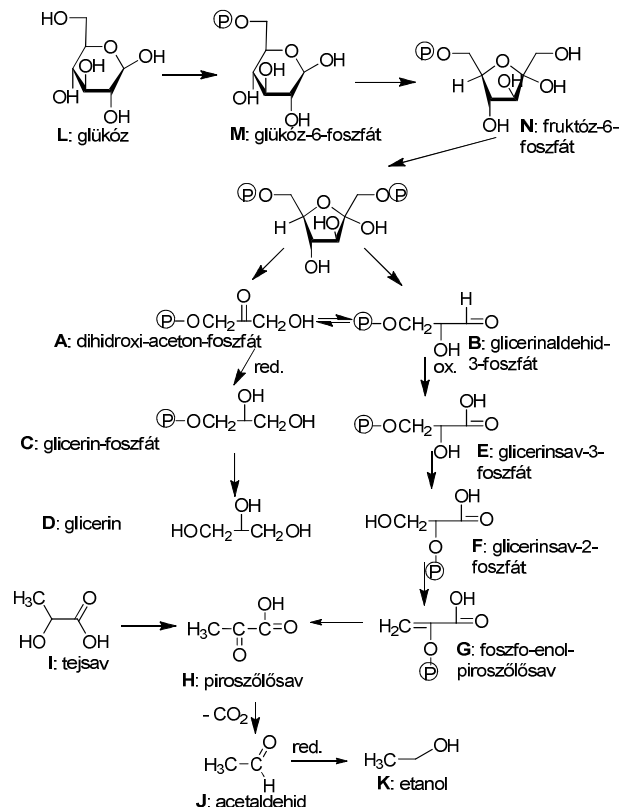


(Komáromy Dávid)

HO-63.

a) A fruktóz összegképlete $C_6H_{12}O_6$. Ha a foszfátcsoportot csak P-vel jelöljük, akkor a fruktóz-1,6-difoszfát összegképlete: $C_6H_{10}O_4P_2$. **A** és **B** összegképlete ez alapján $C_3H_5O_2P$. Mindkét vegyület foszfátészter, és van bennük oxocsoport. A három szénatomnak így még 5 szabadságvegyértéke marad 1 oxigénre és 5 hidrogénre. A maradék oxigén hidroxil-csoport formájában lesz a vegyületben, így a két vegyület a glicerinaldehid-3-foszfát és a dihidroxi-aceton-foszfát. Mivel a **B** termék oxidálódni fog, ez lesz a glicerinaldehid-3-foszfát, és az **A** lesz a dihidroxi-aceton-foszfát. Ezek alapján a **C** termék a glicerín-foszfát, a **D** pedig a glicerín. A másik úton az **E** termék a glicerinsav-3-foszfát, az **F** a glicerinsav-2-foszfát. A **G** a foszfoenol-piroszőlősav, a **H** a piroszőlősav. A piroszőlősav redukált alakja a tejsav (**I**). A folyamat végén a **J** az acetaldehid, a **K** pedig az etanol.

A folyamat a glükózból indul (**L**), ebből glükóz-6-foszfát (**M**), majd fruktóz-6-foszfát (**N**) lesz.



b) A glicerinből képzett robbanószernek a neve: nitroglicerín. Ez helytelen, ugyanis a molekula salétromsavészter, így nem nitrocsoportot, hanem nitrátsoportot tartalmaz, mégpedig 3-at. Tehát a helyes neve glicerín-trinitrát.

29 dolgozat érkezett, a pontátlag 8,51 volt. Hibátlan megoldást adott be: Sebő Anna, Pánczél János Károly és Sveiczler Attila. Tipikus hiba volt, hogy a glükóz helyett az allózt ábrázolták a nyílt láncú formában. Ezért érdemes odafigyelni a nyílt láncú cukrokál is a sztereokémia jelölésére.

(Bacsó András)

Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarfalvi@chem.elte.hu, szilard.varga@bolyai.elte.hu)

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2011. március 1-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H141. Egy gumidarabot kinyújtva tartunk (pl. egy rugó vagy egy súly segítségével). Ha megmelegítjük, akkor azt tapasztaljuk, hogy a gumi összehúzódik (felemeli a súlyt, vagy meghúzza a rúgót).

a) Adjunk egy példát más olyan anyagra, ami melegítés hatására összehúzódik!

b) Mi a molekuláris szintű magyarázata a gumi fenti viselkedésének?

c) Bizonyítsuk be, hogy bármilyen molekulában a páratlan vegyértékű atomok száma páros! (Egy atom aktuális vegyértékén itt az atom által létesített kötések számát értjük, és értelemszerűen ez mindig egész szám.)

(Stirling András)

H142. Az A és B elemek egyesülése a C betűvel jelzett élénkpiros színű szilárd anyagot eredményezi (1). C feleslegben lévő B-vel – megfelelően magas hőmérsékleten – tovább tud reagálni, ekkor a narancssárga színű D vegyület keletkezik (2). A D vegyület moláris tömege 38,35%-kal nagyobb C-énél. A C vegyület hevesen reagál vízzel (3), és a keletkező színtelen oldat kémhatása savas. Zárt edényben 10,00 gramm C-hez 90,00 gramm vizet adva és összerázva a keletkező oldat 1,99 tömeg% E-t és 9,32 tömeg% F-et tartalmaz. Az E vegyület 3,66 tömeg%-a hidrogén, míg oxigéntartalma 58,53 tömeg%, F sav pedig nem oxosav.

Adja meg az A, B, C, D, E és F anyagok képletét és írja fel a fent említett három reakció rendezett egyenletét!

(Benkő Zoltán)

H143. 100-100 cm³ ismeretlen koncentrációjú MgSO₄- és Ba(OH)₂-oldatot összeöntünk. Fehér csapadék leválását észleljük.

Oldhatósági szorzatok: pL(Mg(OH)₂)= 10,74, pL(BaSO₄)= 9,87. A telített Ba(OH)₂-oldat 0,21 mol/dm³-es koncentrációjú.

a) *Lehetséges-e hogy a leváló csapadék csak Mg(OH)₂-t tartalmaz?*

A csapadék feletti oldat pH-ját 10,52-nek mérjük.

b) *Emellett a pH mellett lehetséges-e, hogy a leváló csapadék csak Mg(OH)₂-ből áll?*

Az elegyhez újabb 100 cm³, az előzővel megegyező koncentrációjú Ba(OH)₂-oldatot öntünk. Ekkor a csapadék feletti oldat pH-ját 10,85-nek mérjük.

c) *Mekkora az oldatok koncentrációja?*

d) *Legalább mekkora tömegű NH₄Cl-t kellene oldani a 300 cm³-es térfogatú oldatban ahhoz, hogy a levált csapadék csak BaSO₄-ból álljon?* K_b(NH₃)=1,8·10⁻⁵

A térfogatok additívak, és feltételezzük, hogy a csapadékleválás nem befolyásolja őket számottevően.

(Kramarics Áron)

H144. Egy, a fehérjealkotó aminosavak közül kettőt tartalmazó porkeverék 1,474 g-ját vizes ecetsav oldatban feloldjuk és nátrium-nitrit-oldatot csepegtetünk hozzá. A keletkezett gázokat lúgos kálium-permanganát-oldatot tartalmazó gázmosón vezetjük át, így 192 cm³ 22,0°C-os 102,3 kPa nyomású inert gázt tudunk felfogni. Ha az előzővel azonos tömegű keveréket sztöchiometrikus mennyiségű oxigénben elégetünk, akkor az égéstermék szobahőmérsékletre hűtve a gázfázisban az összetevők térfogataránya 14,0 : 2,00 : 1,00. Az égés körülményei között a vegyületekben található nitrogén molekuláris nitrogénné alakul.

a) *Milyen aminosavak alkották a keveréket és milyen n/n%-os és m/m%-os összetételben?*

b) *Miért van szükség a permanganátos gázmosóra? Melyek a lejátszódó folyamatok egyenletei?*

c) *Írjuk fel az égés reakcióegyenleteit! Mekkora térfogatú 22°C-os 102,3 kPa nyomású oxigén szükséges az égéshez?*

d) *Ha a keletkezett, szobahőmérsékleten gáz halmazállapotú égéstermégeket Ba(OH)₂/H₂O₂-os mosón vezetnénk keresztül, mennyivel nőne annak tömege?*

e) *Ha a nagyobb moláris tömegű aminosavból 1,000 g-ot 1,00 dm³ desztillált vízben oldanánk, akkor mekkora lenne az oldat pH-ja? (A megfelelő adatot táblázatból keressük meg, valamint tekintsünk el az oldódás során bekövetkező térfogatváltozástól!)*

(Vörös Tamás)

H145. Egy réztartalmú érc szilícium-dioxidból és egy rezet, vasat és ként tartalmazó ásványból áll. Az érc 2,00 g-os részletét oxigén áramban hevítjük. A keletkező gázokat KOH-oldatban nyeletjük el, majd a lúg felesleget kénsav segítségével semlegesítjük. Az oldatot ugyancsak kénsav segítségével savanyítjuk és desztillált vízzel 100,0 cm³-re hígítjuk. Ezen oldat 50,00 cm³-es részletét 0,100 mol/dm³-es KMnO₄-oldattal titráljuk; a fogyás ekkor 21,80 cm³.

Az oxigénáramban történő hevítés után visszamaradó szilárd anyagot feleslegben vett tömény kénsavval kezeljük és így egy része fel is oldódik. A fel nem oldódott részt kiszűrjük és a szűrlethez feleslegbe vett ammónia-oldatot adunk, ekkor az oldat kék színű lesz, és barna csapadék válik ki. A csapadékot kiszűrjük, szárítjuk majd 600°C körüli hőmérsékleten hevítjük. E kezelés után 0,435 g vörös port kapunk.

A kék színű szűrletet kénsavval semlegesítjük, majd desztillált vízzel 100,0 cm³-re hígítjuk és egy 20,00 cm³-es részletéhez feleslegben vett KI-t adunk. A kiváló jódteljes elreagáltatásához 21,80 cm³ 0,050 mol/dm³-es Na₂S₂O₃-oldat szükséges.

a) *Írd fel a lejátszódó kémiai átalakulások egyenleteit!*

b) *Add meg az ásvány tapasztalati képletét!*

c) *Hány tömegszázalékot tartalmaz az ásványból az érc?*

(bolgár feladat)

HO-67. Az **A** királis szerves vegyületet savas közegben etanollal reagáltatjuk. Az így kapott **B** anyagot főzzük 100 °C-on HBr-oldatban, ekkor a **C** vegyületet keletkezik. **C**-t sztöchiometrikus összetételben reagáltatjuk az **M** fémmel, így a **D** vegyületet kapjuk. **D**-t továbbreagáltatjuk a szerves **E** vegyülettel, majd a keletkezett anyagot savasan hidrolizálva jutunk az **F** vegyülethez. **E** előállítható **G** és etanol savas közegben történő főzésével.

Ezekén kívül a következőket tudjuk még:

- az **A** és **G** természetben előforduló, közismert anyag

- az **A** vegyület 53,58% (m/m), a **G** 54,50% (m/m) és az **F** 49,33% (m/m) O-t tartalmaz
- a **C** 26,54% (m/m) fémet tartalmaz
- az **A** vegyület 0,1000 g-ját reagáltatjuk Na-mal, 27,20 cm³ standard állapotú H₂ gáz fejlődik
- az **F** vegyület 0,5000 g-ját $c = 0,5000 \text{ mol/dm}^3$ -es, $f = 0,8911$ faktorú NaOH oldattal reagáltatjuk, 13,84 cm³ fogyást tapasztalunk.

Írjuk fel az **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** és **M** anyagok tapasztalati képletét és az összes reakció rendezett egyenletét. Rajzoljuk fel az **A**, **B**, **C**, **E**, **F** és **G** anyagok összes lehetséges szerkezeti képletét, és nevezzük el őket. Jelöljük a sztereokémiát és az esetleges kiralitás centrumokat. Hol fordul elő a természetben az **A** és **G** vegyület?

(Sarka János)

HO-68. Hevesy György 1913-ban végezte el azt a kísérletét, ami az izotópos nyomjelzés első példájának tekinthető. Kiindulási anyaga egy erősen sugárzó, egyáltalán nem reaktív gáz volt, amit rádium felett lehetett felfogni. Akkoriban felfedezője nyomán Curie-emanációként ismerték. A gáz relatív atomtömege 222 volt.

a) Miként ismerjük ma ezt a gázt?

A gázzal ismert volt, hogy radioaktív bomlások sorozatán megy át. A termékeket sorban rádium A, B, C, D, E, F, G névvel illették. Ha a Curie-emanációt víz felett zárt edényben néhány napig állni hagyták, akkor az oldatban elsősorban rádium D volt fellelhető. Néhány hétig vizsgálva ezt az oldatot, a rádium F által kibocsátott α sugárzás lassan növekedett és egy elért egy állandó értéket, de a rádium D mennyisége nem csökkent számottevő mértékben.

b) A bomlási sor melyik lépése lehet a leglassabb? Miért?

Hevesy már korábban dolgozott Cambridge-ben a rádium D-vel. Semmiféle kémiai eljárással sem tudta a rádium D-t elválasztani a vele együtt előforduló inaktív ólomtól. A 206-os atomtömegű rádium G is teljesen azonos kémiai viselkedést mutatott az ólommal.

A rádium A, B és G keletkezése α -bomlás, a rádium C, E és F keletkezése β -bomlási folyamat.

c) Milyen bomlási folyamat a rádium D keletkezése rádium C-ből?

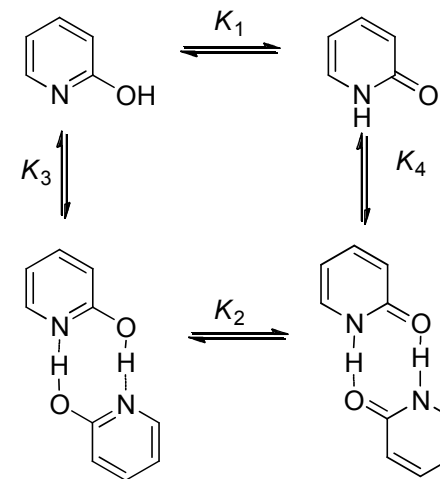
Nyomjelző kísérletében Hevesy híg ólom-klorid oldatot (9,69 mg PbCl₂ tartalommal) kevert rádium D oldatához. A 120,0 cm³ keverék 1,00 cm³-ének β -aktivitását megmérve 16,90 egység volt a mért intenzitás.

Egy azonos berendezésben ugyanakkor 0,15 egységnyi sugárintenzitást mért a következő módon előkészített mintával. Az ólomtartalmú oldathoz kálium-kromátot adott, hogy az ólom-kromát kvantitatív módon lecsapódjon. A csapadékot leszűrve 1 napig kb. 100 cm³ desztillált vízzel állni hagyta egy napig 25°C-on. Ezt a vizet gondosan leszűrte. 70,0 cm³ térfogatú részletét elkülönítve szárazra párolta, és a bepárlási maradék β -aktivitását mérte meg.

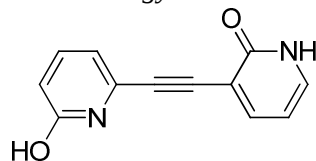
d) Becsülje meg az ólom-kromát oldhatósági szorzatát a mérések alapján!

(Magyarfalvi Gábor)

HO-69. A 2-hidroxi-piridin egy könnyen tautomerizáló és dimerizáló vegyület. Az alábbi ábrán feltüntetett egyensúlyok játszódnak le kloroformos közegben, szobahőmérsékleten. Az egyes lépések egyensúlyi állandói a következők: $K_1=4,8$; $K_2=4,3$; $K_3=7000$; $K_4=7000$.



- a) Egy $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es oldatban mennyi az egyes specieszek koncentrációja?
- b) Becsüljük meg egy hidrogén-híd kötés kialakulásának a szabad entalpia változását (ΔG)!
- c) Becsüljük meg a következő vegyület dimerizációs állandóját!



- d) Milyen példák találhatók a természetben ilyen típusú kötésekre.
Sorolj fel legalább 2 példát!

(Varga Szilárd)