

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

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

Az előző forduló megoldásai

K136. Megoldás

A gáz betűjele	Képlet	Átlagsebesség	Oldhatóság
A	CO ₂	408	0,169
B	H ₂	1910	$1,6 \cdot 10^{-4}$
C	N ₂ vagy CO	511	$1,9 \cdot 10^{-3}$
D	HCl	430	72,1

Az **A** gáz a **CO₂**, mert a szilárd szén-dioxidot nevezzük szárazjégnek. A **B** gáz a **H₂**, mert csak ez lehet kisebb moláris tömegű a héliumnál. A kisebb tömegű hidrogénmolekulák ugyanis gyorsabban áramlanak kifelé a ballon apró pórusain át, mint ahogyan a nehezebb héliumatomok befelé, így a részecskeszám csökkenése térfogatcsökkenést eredményez. A **C** gáz moláris tömege: $M(C) = d \cdot M(H_2) = 14 \cdot 2 \text{ g/mol} = 28 \text{ g/mol}$, ami lehet a **szén-monoxid** (CO) és a **nitrogén** (N₂) is. Sem a részecskék sebessége (azonos tömeg), sem az oldhatóság (mindkettő apoláris molekula) alapján nem lehet megkülönböztetni a két gázt. A szökőkút kísérletet csak vízben nagyon jól oldódó gázok mutatják. Tanulmányaink során két ilyen gázzal találkoztunk: a hidrogén-kloriddal és az ammóniával. Ha nyílásával felfelé

tartott edényben foghatjuk fel, akkor **D** csak a **hidrogén-klorid** (HCl) lehet, mivel ennek sűrűsége (moláris tömege) nagyobb a levegőénél. Azonos hőmérsékleten a molekulák hőmozgásának annál nagyobb a sebessége, minél kisebb a molekulák tömege, így a moláris tömeg növekedésével a sebesség csökken. A hidrogén-klorid vízben nagyon jól oldódik, ezért a legnagyobb oldhatósági érték hozzá tartozik. A szén-dioxid ugyan apoláris molekulákból áll, de vízben nemcsak oldódik, hanem azzal kémiai reakcióba is lép, ezért oldhatósága jobb a fennmaradó többi gázénál. Maradt három apoláris molekula (CO vagy N₂ és H₂), közülük a CO vagy N₂ oldhatósága jobb, mint a hidrogéné, mert nagyobb méretű molekulájukat a dipólusos vízmolekula könnyebben polarizálja.

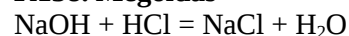
K137. Megoldás

A két palackra felírva az állapotegyenletet [$V(1) = V(2) = V$, $T(1) = T(2) = T$ és $m(1) = m(2) = m$]:

$$p(1) \cdot V = \frac{m}{M(1)} R \cdot T \quad \text{illetve} \quad p(2) \cdot V = \frac{m}{M(2)} R \cdot T.$$

A két egyenletet elosztva egymással: $p(1)/p(2) = M(2)/M(1)$, azaz a kétszer nagyobb nyomású palackban levő gáz moláris tömege fele akkora, mint a kisebb nyomású palackban levő gázé. Néhány lehetséges megoldás: SO₂ — O₂, NH₃ — H₂S, HF (Ne) — Ar, H₂ — He, CH₄ — O₂.

K138. Megoldás



Kiindulás: $x \text{ dm}^3 \text{ HCl}$ és $x \text{ g NaOH}$

$$n(\text{HCl}) = \frac{x}{24,5} \text{ mol} \quad n(\text{NaOH}) = \frac{x}{40} \text{ mol}.$$

Mivel a nátrium-hidroxid anyagmennyisége a kisebb, ezért ez határozza meg a reagáló és keletkezett anyagok mennyiségét: reagál $\frac{x}{40} \text{ mol NaOH}$

és HCl, keletkezik $\frac{x}{40} \text{ mol NaCl}$.

Az oldat tömege: $= \frac{x}{24,5} \cdot 36,5 \text{ g HCl} + x \text{ g NaOH} + 1000 \text{ g víz} = (2,489$

$x + 1000) \text{ g}$

A só tömege: $\frac{x}{40} \cdot 58,5 = 1,4625 x \text{ g.}$

Az oldat tömeg%-os összetétele: $1,427 = \frac{1,4625x}{1000 + 2,489x} \cdot 100,$

amiből $x = 10 \text{ dm}^3 \text{ HCl}$ és **10 g NaOH.**

A HCl tömege: $\frac{10}{24,5} \cdot 36,5 = \mathbf{14,9 \text{ g.}}$

A HCl-felesleg: $\frac{10}{24,5} - \frac{10}{40} = 0,1582 \text{ mol,}$ aminek a tömege:

$0,1582 \cdot 36,5 = 5,773 \text{ g.}$

Az oldat tömeg%-os összetétele HCl-ra: $\frac{5,773}{1000 + 10 + 14,9} \cdot 100 = \mathbf{0,5633}$

tömeg%.

K139. Megoldás

Az első vegyület csak nátriumból és az ismeretlen elemből áll.

Kiindulás: 100 g vegyület, benne 58,98 g nátrium és 41,02 g X elem található.

$n(\text{Na}) = \frac{58,98 \text{ g}}{23 \text{ g/mol}} = 2,564 \text{ mol.}$ Ha az ismeretlen elem

a) egyvegyértékű, akkor $n(\text{Na}) = n(\text{X})$ és $M(\text{X}) = \frac{41,02 \text{ g}}{2,5643 \text{ mol}} = 16 \text{ g/mol}$

lenne (nincs ilyen elem),

b) kétvegyértékű, akkor $M(\text{X}) = \frac{41,02 \text{ g}}{2,5643 \text{ mol} \cdot 0,5} = 32 \text{ g/mol,}$ ez az elem

a **kén**, az első vegyület a **Na₂S.**

A másik vegyületben a nátriumionok száma kétszerese az összetett ionénak: Na₂S_xO_y és

$7 = 2 + x + 3$, amiből $x = 2$. A vegyület tehát **Na₂S₂O₃,** a nátrium-tioszulfát.

A reakció egyenlete: **4 S + 6 NaOH = 2 Na₂S + Na₂S₂O₃ + H₂O.**

A hypo (nátrium-hipoklorit, NaClO) előállításának egyenlete:

$\text{Cl}_2 + 2 \text{ NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}.$ A klór és a kén reakciója lúgokkal egyaránt **diszproporció**, azaz a redoxireakcióban ugyanaz az atom (elem) oxidálódik és redukálódik.

Lúgokkal olyan fémek reagálnak, melyek hidroxidjai (komplekképzés során) jól oldódnak vízben, ilyen például az alumínium, a cink vagy az ón.

Zn + 2 NaOH + 2 H₂O = Na₂[Zn(OH)₄] + H₂.

K140. Megoldás

A salétromok a salétromsav szervesetlen sói, a timsó pedig egy egyszeres és egy háromszoros töltésű fémion szulfátja (kettős só): Me(I)Me(III)(SO₄)₂ · 12 H₂O. A timsót melegítve abból fém-oxid (pl. Al₂O₃), fém-szulfát (pl. K₂SO₄), kénsav és víz keletkezik. A kénsav nem illékony erős sav, ezért felszabadítja sójából az illékonyabb (és gyengébb) salétromsavat, ami a hűtés hatására mint folyadék = „víz” lecsepeg a szedőedénybe. Ebben az időben tehát a folyadékokat nevezték víznek. A salétromsav azért kapta a választóvíz nevet, mert az ezüstöt oldja, az aranyat nem, így az ékszerészek a két fém szétválasztására használták. Ha szalmiáksót (NH₄Cl) is adtak a rendszerhez, akkor a kénsavas közegben felszabadul az igen illékony sósav is, így salétromsav és sósav elegye csepeg a szedőedénybe, ami már az aranyat is oldja. A királyvíz a tömény salétromsav és tömény sósav 1 : 3 térfogatarányú elegye. Azért nevezték el királyvíznek, mert még a legnemesebb fémet, a „fémek királyát” azaz az aranyat is oldja.

BEKÜLDENDŐ FELADATOK

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő email címen várjuk 2011. január 11-ig: katalin.nadrai@gmail.com email címre illetve postai úton:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

OKKER Zrt.

1145 Budapest Cinka Panna u 8.

K. 141. Egy gázelegy nitrogént, ammóniát és egy ismert nitrogén-oxidot tartalmaz. A gázelegyet felépítő molekulák atomjairól tudjuk, hogy

- a) a gázelegyenben az összes hidrogénatomok száma fele az összes oxigénatomokénak,
 b) a gázelegyen elem-molekuláiban levő összes nitrogénatomok száma egyrészt azonos a nitrogén-oxidban található nitrogénatomok számával, másrészt hatszorosa az ammónia-molekulában levő nitrogén-atomokénak.
 Mi a gázelegyen térfogat%-os összetétele és melyik ismert nitrogén-oxidot tartalmazza?

10 pont

K. 142. Egy só kék kristályokból álló halmazát lassan, enyhén melegítve a kristályok fokozatosan kifehérednek. Ezután 10-15 percig erős lángon tovább hevítjük, ekkor fekete szilárd anyag marad vissza.

- a) Írja le a hőbomlás egyenleteit!
 b) Hány százalékkal csökken a szilárd anyag tömege a bomlás első valamint a második lépésében a kiindulási só tömegéhez képest?
 Ha a fekete bomlásterméket hidrogénáramban hevítjük, akkor vörös színűvé válik.
 c) Írja le a reakció kémiai egyenletét!
 d) Milyen szernek tekinthető a hidrogén ebben a reakcióban?
 e) A keletkezett vörös termék tömege hány százaléka a fekete hevítési maradéknak? $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$.

10 pont

K. 143. A kén egyik oxidjának olvadáspontja $-75,5^\circ\text{C}$, forráspontja pedig -10°C . A vegyületben a kén és az oxigén tömegaránya 1:1, és 3200 grammjában $3 \cdot 10^{25}$ molekula van. A kén egy másik oxidjának olvadáspontja $16,86^\circ\text{C}$, forráspontja $44,6^\circ\text{C}$. Ennek az oxidnak a kén tartalma 40 tömeg %-os, molekulaképlete pedig azonos a sztöchiometriai képlettel (összegképlettel).

- a) Mi a kétféle oxid molekulaképlete?
 b) Milyen halmazállapotú a két oxid 25°C hőmérsékleten és 0,1 MPa nyomáson?
 c) Hasonlítsuk össze a kétféle oxid molekulájának alakját, kötésszögét, polaritását és tömegét! Ennek alapján értelmezhető-e az erősen eltérő olvadás- és forráspont?

Szerkezetkutató vizsgálatokkal kiderítették, hogy a nagyobb moláris tömegű oxid molekulái szilárd halmazállapotban nem önálló molekulák (monomerek), hanem több molekula összekapcsolódásával keletkező részecskék találhatók a rácspontokon.

- d) Hány molekula összekapcsolódásával jönnek létre ezek a részecskék, ha moláris tömegük 7,5-szerese az oxigénének? Mi a részecskék molekulaképlete?
 e) Mi lehet a magyarázata a kétféle oxid nagyon különböző olvadás- és forráspontjának?

10 pont

K.144. A vízmentes alumínium-nitrát oldhatósága 80°C -on 81 g vízmentes só/100 g víz. Mi a telített oldattal egyensúlyban levő, kristályvizet is tartalmazó só képlete (1 mol alumínium-nitrát hány mol vízzel kristályosodik), ha a kristályos alumínium-nitrátra átszámolt oldhatóság ezen a hőmérsékleten 371,43 g kristályos só/100 g víz?

10 pont

K.145. A propán-2-ol ($\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$) adott tömegszázalékos vizes oldatát desztillált vízzel ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$) hígítjuk, így tömegszázaléka a negyedére csökken. Az elegyítés során fellépő térfogat-növekedés (dilatáció) 0,386 %-os. A hígabb oldat sűrűsége 1,02-szer nagyobb a töményebb oldat sűrűségénél. Határozza meg a töményebb és a hígabb oldat anyagmennyiség-koncentrációját az alábbi táblázat adatainak felhasználásával!

A propán-2-ol vizes oldatának sűrűsége (g/cm^3) a tömegszázalék függvényében

tömegszázalék	Sűrűség	tömegszázalék	sűrűség
1	0,9960	12	0,9793
2	0,9939	14	0,9772
3	0,9920	16	0,9751
4	0,9902	18	0,9725
5	0,9884	20	0,9696
6	0,9871	40	0,9302
7	0,9855	60	0,8824
8	0,9843	80	0,8341
9	0,9831	100	0,7848
10	0,9816		

10 pont

Feladatok haladóknak

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. január 11-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

H136. 100,0 g vízben 100,0 g vízmentes kálium-hidroxidot oldunk, majd az oldatot 10 órán át 6,00 A áramerősséggel elektrolizáljuk. Az oldat tömegét megmérve 35,2 g tömegcsökkenés tapasztalható.

Hány tömegszázalékos oldatot kapunk? Milyen hőmérsékleten végeztük a tömegmérést?

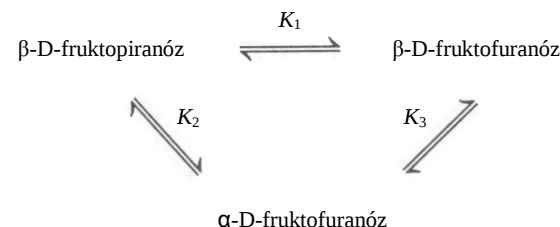
A KOH telített vizes oldatának összetétele a hőmérséklet függvényében:

T/°C	0	10	20	30
g KOH/100 g oldat	49,2	50,8	52,8	55,8

Vizes oldatból a KOH két kristályvízzel kristályosodik ki
(magyar példa alapján készült német feladat)

H137. A kristályos D-fruktóz (gyümölcscukor) hattagú gyűrűs molekulákat tartalmaz, amelyben a glikozidos hidroxilcsoport β helyzetű. Ezt β -D-fruktopiranoznak nevezik.

Ha a D-fruktózt vízben oldjuk, a β -D-fruktopiranoz molekula a nyílt láncú formán keresztül átalakulhat más molekulákká, és végül beáll az egyensúly. A következő ábra a folyamatokat – az egyszerűség kedvéért – a nyílt láncú forma mellőzésével mutatja be:



A többi szóba jöhető forma koncentrációja elhanyagolható.

20 °C-on $K_1 = 0,255$. A vizsgálatok szerint az összes oldott fruktóz-molekula 4,1%-a α -D-fruktofuranóz.

- Rajzold fel a D-fruktóz nyílt láncú, valamint piranoz és furanoz típusú gyűrűs molekulájának konstitúciós képletét! Jelöld a kiralitáscentrumokat!
- Hányas számú szénatom konfigurációjában különbözik az α -D-fruktofuranóz és a β -D-fruktofuranóz molekulája?
- Hányas számú szénatomhoz kapcsolódik a glikozidos hidroxilcsoport az egyes izomerekben?
- Határozd meg a K_2 és K_3 értékét 20 °C-on!
- Az összes fruktóz-molekula hány százaléka β -D-fruktopiranoz 20 °C-on, az egyensúly beállta után?

(Zagyi Péter)

H138. Így szólt a laborfeladat: Készítsen 100 ml 4,50 pH-jú pufferoldatot! A rendelkezésére áll 0,1 M ecetsav-oldat, szilárd nátrium-acetát, 100 ml-es mérőlombik és mérleg.

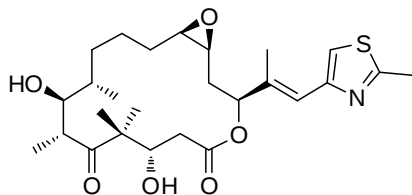
A diákok között volt, aki nem vette észre a kikészített szilárd anyagot, és a polcra nátrium-formiátot vett le helyette.

Mi lett a helyesen számoló, de rossz anyagot használó diákok által készített oldat pH-ja?

(Magyarfalvi Gábor)

H139.

- Az epothilone A nevezetű vegyület egy ígéretes rákellenes kemoterápiás szer molekulája. Mélytengeri szivacsokból nyerhető, de mivel ezekben csak nagyon kis mennyiségben található ezért hatékony kémiai szintézisét is megvalósították. A szintézis során különös nehézséget okozott a molekula számtalan kiralitáscentruma.



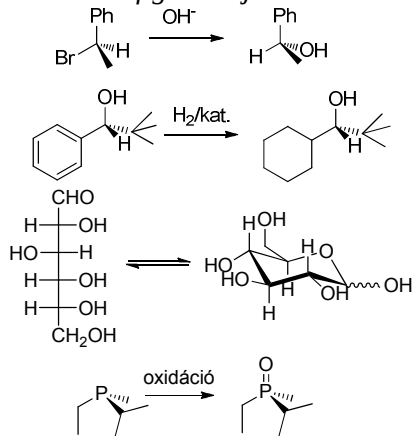
epothilone A

Csillaggal jelöld meg a molekulában található aszimmetriacentrumokat!

- b) Egy kiralitáscentrum körül az egyes szubsztituensek pontos térbeli elhelyezkedése a molekula konfigurációja. A C.I.P. konvenció segítségével a kiralitáscentrumok abszolút konfigurációhoz rendelhető *R* és *S* jelölés rendelhető.

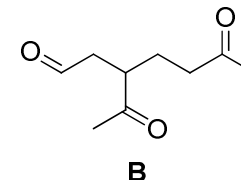
(lásd Szabó András: *Optikai izoméria*, KÖKÉL 2004/4, <http://olimpia.chem.elte.hu/evek/2005/1levelfel.rtf>)

Ez a jelölési rendszer sok esetben segíthet minket, abban hogy megállapítsuk egy kémiai reakció során inverzió (a konfiguráció megváltozása) vagy retenció (a konfiguráció megmaradása) történik. De ez nem minden esetben van így. Vizsgáld meg az alábbi reakciókban az aszimmetriacentrumokat! Add meg a C.I.P. alapján az abszolút konfigurációt minden egyes vegyületre! A reakciókban inverzió vagy retenció történik? Összhangban van-e ez a C.I.P. alapján történő abszolút konfigurációjelöléssel?



(Varga Szilárd)

H140. Egy jellegzetes illatú szerves szénhidrogént (**A**) ózonnal reagáltattuk. Ezen folyamat során a vegyületben lévő szén-szén kettős kötések felszakadnak és helyettük szén-oxigén kettős kötések alakulnak ki. A reakció termékelegyét elemezve, azt tapasztaltuk, hogy 1:1 arányban keletkezett formaldehid és egy három oxo-csoportot tartalmazó vegyület (**B**).



B

Milyen vegyület(ek) ózonnal történő reakciójával kaphatjuk a fenti termékelegyet?

Az **A** vegyületet katalitikus körülmények között hidrogénnel telítjük, ekkor egy olyan vegyülethez (**C**) jutunk, amelyben két kiralitáscentrum található.

Az **A** vegyületre savas körülmények között vizet addíciónáltatunk, ekkor egy két aszimmetriacentrumot tartalmazó diolt kapunk (**D**). A **D** vegyületből savas közegben történő forralással vizet elimináltatunk és így a reakció főtermékeként visszkapjuk az **A** vegyületet.

Milyen vegyületeket jelölnek az **A-D** betűk? Állításod indokold! Az egyes molekulákban az aszimmetriacentrumot csillaggal jelöld!

(Varga Szilárd)

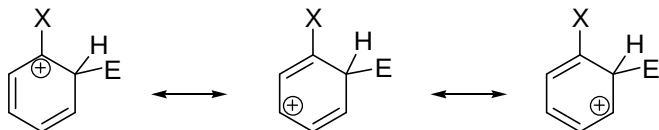
Az aromás gyűrűn található szubsztituens irányító hatása az aromás elektrofil szubsztitúcióban

(Varga Szilárd)

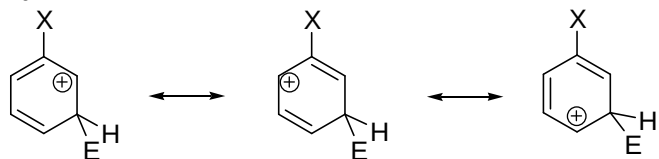
Az aromás elektrofil szubsztitúcióról már írtunk korábban (Kotschy András: *Néhány jelentősebb szerves kémiai reakció mechanizmusa* KÖKÉL 2006/1, <http://olimpia.chem.elte.hu/evek/2006/3korolv.rtf>). Most azt vizsgáljuk meg, hogy milyen hatással vannak erre a folyamatra az aromás gyűrűn található szubsztituensek. Míg mind a hat szubsztituens hidrogén, addig nincs kitüntetett helyzet; az első elektrofil belépése bármely helyre is történik, mindig ugyanazt a terméket kapjuk. Azonban ha egy monoszubsztituált benzolt brómozunk, vagy nitrálunk, nem mind a három lehetséges termékhez jutunk. Ezen jelenség magyarázatához

vizsgáljuk meg az elektrofil szubsztitúció során képződő σ -komplex szerkezetét. A szerkezet leírásához határszerkezeteket használunk. Ezen szerkezetek nem valós részecskéket mutatnak, amik egymással egyensúlyban vannak, hanem ezen határszerkezetek átlaga az, ami leírja a valós részecske szerkezetét.

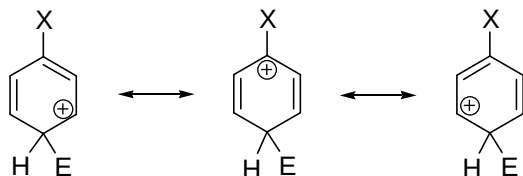
- Orto-helyzetben lévő szubsztituens hatása



- Meta-helyzetben lévő szubsztituens hatása

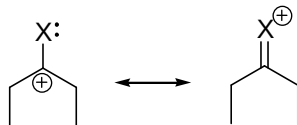


- Para-helyzetben lévő szubsztituens hatása



Az *orto* és *para* esetén a pozitív töltés megjelenik az X-csoportot hordozó szénatomon is. Ha az X-csoport tudja stabilizálni ezt a töltést, akkor ezen pozíciók kedvezményezettek, ellenkező esetben a *meta*-helyzet lesz a kedvezményezett.

Az X-csoport a töltést elektronküldéssel vagy ún. konjugációval tudja stabilizálni (ezt mutatja be a következő ábra is).



Az alábbi felsorolás bemutatja, hogy mely szubsztituensek milyen pozícióba irányítják a belépő elektrofilt:

- Orto*-, *para*-helyzetbe irányító szubsztituensek: -NRR', -OR, -OH, -O⁻, -SH, -SR, -NHCOR, -CH₂OH, alkil, aril, -OCOR, -CH=CH-CHO, -CH=CH-COOR, -F, -Cl, -Br, -I
- Meta*-helyzetbe irányító szubsztituensek -NR₃⁺, -NO₂, -CN, -COOH, -COOR, -CHO, -COR, -CX₃ (-CF₃, -CCl₃), -CONH₂, -SO₃H

HO-64. Hogyan állítanád elő mindegyik tribrom-benzol izomert benzolból kiindulva?

(Varga Szilárd)

HO-65.

a) Melyik pozícióba várod az elektrofil belépését a pirrolnál, a piridinnél, az imidazolnál és az uracilnál? Válaszodat indokold!

b) Hova várod az elektrofil belépését az 1-brom-naftalinnál, a 2-brom-naftalinnál, az 1-nitro-naftalinnál és a 2-nitro-naftalinnál? Válaszodat indokold!

(Varga Szilárd)

HO-66. Egy vegyszerraktárban a folyékony szénhidrogének polcán jelöletlen üvegben fehér kristályos anyagot találtak. Az ismeretlen anyag meghatározásához annak 3,00 g-ját elégetve 10,00 g gáznemű égéstermék és egy folyadék keletkezett.

Az anyag egy másik részlete elszíntelenítette a brómos vizet, teljes telítésekor 1,00 g-já 1,936·10⁻² mol brómot fogyasztott.

Felmerült, hogy az anyag szennyezett lehet. Enyhe melegítéssel megpróbálták felolvasztani. Könnyen bomlásnak indult az anyag, és egy tiszta folyadék desztillált át, ami égetéskor teljesen egyező eredményeket adott, de brómból 1,00 g-já 3,030 10⁻² mol brómot fogyasztott.

Milyen anyagot találtak az üvegben és mi lehetett eredetileg benne? Rajzold fel a szilárd anyag összes lehetséges szerkezetét, jelöld be a kiralitáscentrumokat!

Add meg az összes végbemenő reakció egyenletét!

Ha az átdestillált folyadék egy kis részletét KOH-dal inert atmoszférában hevítették, majd FeCl₂ oldatát adták hozzá, akkor egy levegőn stabilis, vízben oldhatatlan vörös szilárd anyag keletkezett.

Mi ez?

(Daru János, Sarka János)