

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2026. április 30-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni.

A K feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

K549. Kémia szakkörön a timsó tisztítását kapták feladatul a diákok. Róza tervei szerint 135,0 gramm $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ -ból 80 °C-on telített oldatot készít, és lehűti 0 °C-ra, majd leszűri és szárítja. Sándor azt tervezi, hogy a 135,0 gramm sóból 20 °C-on telített oldatot készít, majd elektrolizálja az oldatot 10,0 A áramerősséggel 10,0 órán keresztül, majd a kiváló szilárd anyagot leszűri és megszáritja.

A timsó ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) oldhatósága (vízmentes anyagra vonatkoztatva) 100 g vízben: 0 °C-on 3,0 g, 20 °C-on 5,9 g, 80 °C-on 71 g.

- Melyikük nyerne ki több timsót az oldatból? Mekkora hatásfokkal?*
- Melyik eljárással lehetne a timsót az esetleges szennyeződésektől megtisztítani? Miért?*

(Borbás Réka)

K550. A kémiatanárok szeretik hangzatos hasonlatokkal bemutatni a mól dimenzióját. Egy ilyen, hogy a földi légkörben nincs annyi

lélegzetvételnél levegő, mint amennyi molekula van egy lélegzetvételben.

- a) *Mutasd meg becslések és számítások segítségével, hogy viszonyul egymáshoz ez a két szám!*
- b) *Keress legalább két további hasonló összehasonlítást, amely az Avogadro-szám hétköznapi léptékkal alig felfogható nagyságát számolással szemlélteti!*

(Magyarfalvi Gábor)

K551. Ha tömény NaOH-ba 70 °C-on klórgázt vezetünk, akkor NaCl és víz mellett egy olyan **A** termék keletkezik, amelynek klórtartalma 33,30 tömegszázalék. Ez a termék vizes oldatban és szilárd formában is elbomolhat. Ha egy 1,00 dm³-es nyomásálló tartályba helyezünk 1,00 g **A**-t, a tartályt lezárjuk és 300 °C-ra hevítjük, akkor a szilárd anyag elbomlik, és a tartály nyomása 265 kPa lesz.

Ha az **A** anyag HCl jelenlétében vizes oldatban bomlik el, akkor általában **B** és **C** anyag keletkezik nátrium-klorid és víz mellett. **B** és **C** moláris tömegének aránya 1,051. Töményebb HCl-oldatban elvileg elérhető lenne, hogy csak **C**, valamint nátrium-klorid és víz képződjön. Az ipari eljárásokban a **B** keletkezését célszerű elkerülni, de ezt a gyakorlatban inkább az **A** savas oldatát redukálószerrel (hidrogén-peroxid vagy oxálsav) kezelve teszik meg.

Milyen vegyületeket jelölnek a betűk? Írd fel a tárgyalt folyamatok egyenleteit!

(Borbás Réka)

K552. **X** és **Y** elem két oxidja. 100 g **X** bomlásakor **Y** és 24 g oxigén keletkezik. Amikor viszont 100 g **X** a tiszta elemmel reagál, akkor 152 g **Y** keletkezik.

Mi a két vegyület?

(orosz feladat)

K553. Ammóniaszökőkút-kísérlethez egy 120 cm³-es oldalszáras gömblombikba 30,0 cm³ térfogatú tömény, 25 m/m%-os, 0,903 g/cm³ sűrűségű (20 °C) ammóniaoldatot töltünk. Szárítószerként U-csőbe

töltött 3,83 g kalcium-oxidot használunk. Az oldalszárra gumicsővel csatlakoztatott U-csőből a gázt egy 265 cm³ térfogatú lombikba vezettük. Miután azt tapasztaltuk, hogy az ammónia megjelent a lombik szájánál, a lombikot ledugóztuk egy csővel átfúrt dugóval. Egy csepp (0,04 cm³) vizet juttattunk a lombikba, és alaposan összeráztuk a csövet befogva. A cső végét víz alá merítve a keletkező szökőkút 70%-ig töltötte fel a lombikot. A gáz a lombikban már 30 °C-os és 101 kPa nyomású volt.

- a) *Hány mg ammónia volt a ledugózott lombikban?*
- b) *Mekkora volt a nyomás az összerázás után a lombikban? Feltételezhetjük, hogy a cseppből tömény 25 m/m%-os ammóniaoldat keletkezett.*
- c) *Mi volt a víz-ammónia molarány a fejlesztőből forraláskor távozó gőzben, ha a szárítószer tömege 20 mg-mal nőtt?*

(Borbás Réka)

K554* Jól ismerjük az olyan reakciókat, amelyek két só vizes oldatát összekeverve játszódhatnak le. Leválhat csapadék, fejlődhet gáz, történhet redoxireakció, színváltozás, sok minden.

Keress példákat olyan reakciókra, amelyekben egy rosszul oldódó só egy vízben jól oldódó só oldatával reagál! Minél többféle jellegű folyamatot várunk.

(orosz feladat)

K555* Egy exszikkátorban tárolt fehér anyag 1,00 grammját hideg vízben, folyamatos hűtés mellett feloldjuk, és azt tapasztaljuk, hogy a metilnarancs indikátor piros színt mutat. Ezért az oldatot 100 cm³ térfogatra hígítjuk, majd 10,0 cm³-es mintáit metilnarancs indikátor mellett 0,100 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-mérőoldattal titráljuk. Az átlagos fogyás 28,78 cm³. Ha az oldat ugyanilyen 10,0 cm³-es mintáit timolftalein indikátorral titráljuk, a fogyás 33,57 cm³ átlagosan.

A fehér anyag egy újabb 1,00 grammos mintáját meleg vízben oldva heves gázképződést figyelhetünk meg, és a távozó gőzökbe vizes univerzál indikátorpapírt tartva piros szín figyelhető meg. A kapott oldatot kiforraljuk, és visszahűtve 100 cm³ oldatot készítünk. Ennek 10,0 cm³-eit metilnarancs indikátor mellett 0,100 mol/dm³

koncentrációjú NaOH-mérőoldattal titrálva az átlagos fogyás $4,80 \text{ cm}^3$, míg timolftalein indikátor mellett $9,60 \text{ cm}^3$.

Mi lehetett a fehér anyag?

(Borbás Réka)

K556*. Nátrium-propanoát tömény vizes oldatának elektrolízisekor az inert elektródokon keletkező gázok átlagos moláris tömege $37,0 \text{ g/mol}$. A gázokat NaOH-oldaton átbuborékolatva a térfogatuk felére csökken. Ha a gázokat külön gyűjtjük, akkor az anódtérben keletkező gázok átlagos moláris tömege $48,7 \text{ g/mol}$, és ezen gázoknak a kétharmada kötődik meg NaOH-oldatban.

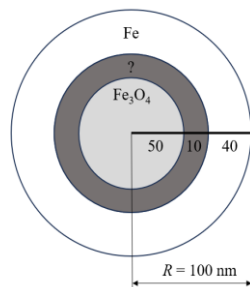
Milyen gázok keletkeznek az elektrolízis során?

(Borbás Réka)

H446. A **H444.** feladatban tárgyalt Haber–Bosch szintézis sikerének kulcsa a katalizátor: finom eloszlású vasat használnak, amelyet magnetitből (Fe_3O_4) állítanak elő.

A gyártás során finom vasport oxidálva meghatározott szemcseméretű magnetitrészecskéket kapnak, amelyeket visszaredukálnak. A redukció során a katalizátorszemcse gyakorlatilag megtartja az eredeti térfogatát, ami rendkívül nagy fajlagos felületű anyagot eredményez, ami nagyban növeli a katalízis hatékonyságát.

10 g vasból állítottak elő gömbszerű nanorészecskékből álló katalizátort. A szemcsék sugara $R = 100 \text{ nm}$. A részecskék szerkezetét az ábrán szereplő modellel lehet közelíteni: a mag Fe_3O_4 (sugár: 50 nm), a külső héj Fe (vastagság: 40 nm), és köztük egy 10 nm vastagságú réteg található.



Sűrűségadatok:

Anyag	Fe	FeO	Fe_3O_4	Fe_2O_3	FeOOH	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	7,9	5,7	5,0	5,3	4,3	3,9

- a) *Ugyan a vas-oxidok notóriusan nem sztöchiometrikus anyagok, milyen vasvegyület modellezi legjobban a köztes réteget?*
- b) *Számítsd ki a vizsgált katalizátor teljes felületét, feltételezve, hogy minden nanorészecske azonos méretű és összetételű gömb!*
- c) *Hányszor gyorsabban menne végbe az ammóniaszintézis az előállított katalizátoron, mint egy 10 g tömegű vaskockán, ha a reakciósebesség egyenesen arányosnak vehető a felülettel?*

(üzbég diákolimpiai feladat)

H447. Az átmenetifém-komplexek a homogén katalízis legfontosabb szereplői. Az alábbi feladatban egy híres katalizátor szintézisét követjük nyomon számításokkal.

Az **A** vegyület három kristályvizet tartalmaz; a benne 39,09 tömegszázalékban levő **M** fém az 5. periódus eleme. **A** 2,00 g-ját etanolban oldjuk. Ezt az oldatot a **B** ligandum 7,96 g-jának etanolos oldatához adjuk. A **B** ligandum három elemből áll: szénből, hidrogénből és foszforból. Foszfortartalma 11,81 tömegszázalék, és háromfogású forgási szimmetriatengellyel rendelkezik.

A kapott elegyet két órán át forralják, és 6,18 g sötétvörös **C** terméket kapnak 88%-os termeléssel.

- a) *Azonosítsd az **M** fémet és az **A**, **B**, **C** vegyületek képletét! Felhasználhatod, hogy a szintézis reakcióegyenletének minden együtthatója kisebb, mint 5.*
- b) *Írd fel a **C** vegyület képződésének reakcióegyenletét! Add meg az **A** és **B** vegyületek szerkezeti képleteit!*

(üzbég diákolimpiai feladat)

H448. Avicenna a mai Buhara közelében született muszlim tudós volt. Orvosi munkáiban az ásványokkal is foglalkozott, de a középkorban az alábbihoz hasonló összetett analízisre még nem volt módja. Ilyen pontossággal egyébként modern eszközökkel sem lenne egyszerű eljárni.

Egy fémesen csillogó barnás ásvány tiszta, 1,00 g-os mintáját feleslegben vett tömény salétromsavban feloldjuk. Az oldódás során barna **A** gáz

fejlődik, amelynek térfogata normál körülmények között ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm) $1,65\text{ dm}^3$. A kapott oldatot két egyenlő részre osztjuk.

Az első részlethez feleslegben BaCl_2 -ot adunk, és $0,929\text{ g}$ fehér **B** csapadék keletkezik. A másik feléhez feleslegben ammóniaoldatot adunk: barna **C** csapadék és mélykék oldat képződik. A **C** csapadékot kiszűrjük, és lúgos KBrO_3 -oldatban feloldjuk. Bíborszínű oldat keletkezik, amely a **D** vegyületet tartalmazza. A **D** BaCl_2 -dal reagálva $0,256\text{ g}$ vörös **E** csapadékot ad. A **D** és **E** oxigéntartalma $32,9\%$, illetve $24,9\%$.

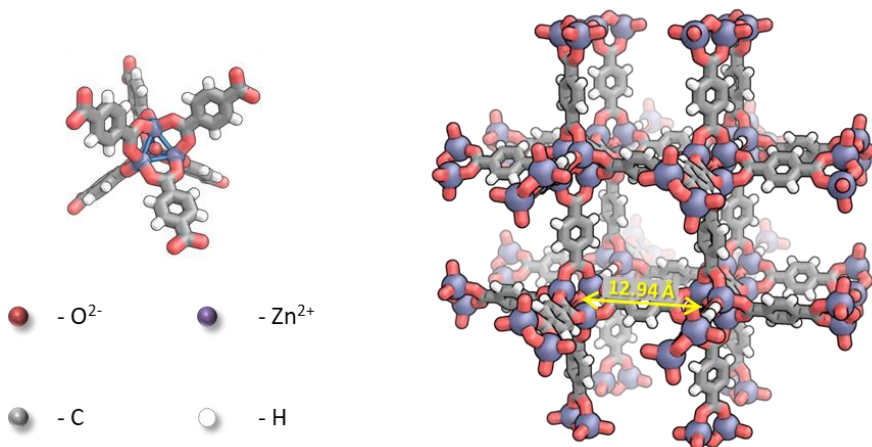
a) *Határozd meg az ásvány összegképletét, és azonosítsd az A–E vegyületeket!*

b) *Írd fel a megemlített összes reakció egyenletét!*

(üzbégi diákolimpiai feladat)

H449. A 2025-ös kémiai Nobel-díjat a fém-szerves vázszerkezetek (metal–organic frameworks, MOF-ok) felfedezéséért és vizsgálatáért adományozták. Ezekben a rendezett, nanopórusos koordinációs polimerekben fémion-csomópontokat többfajú szerves ligandumok kapcsolnak össze. Rendezett, de hangolható pórusszerkezetük és hatalmas fajlagos felületük alkalmassá teszi őket gáztárolásra, elválasztásra és katalízisre egyaránt.

Az egyik legismertebb MOF, a MOF-5 cink-oxo-klaszterekből (Zn_4O) és 1,4-benzol-dikarbonsav (H_2BDC) ligandumokból épít fel egy kockarácsra hasonlító szerkezetet. Minden Zn_4O csomópont hat darab BDC linkerrel kapcsolódik a szomszédos csomópontokhoz, miközben minden linker két csomópontot köt össze.



a) *Mi a MOF-5, mint vegyület, tapasztalati képlete?*

A MOF-5 első szintézisét úgy végezték, hogy $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ -ot, H_2BDC -t és trietil-amint (NEt_3) oldottak *N,N*-dimetilformamid (DMF) és klórbenzol elegyében. Kis mennyiségű vizet adtak hozzá az oxoanion képződésének elősegítésére. A keletkezett kristályokat szűrték, majd vákuumkemencében aktiválták (szárították).

b) *Írd fel a MOF-5 képződésének reakcióegyenletét!*

A kiszűrt, még aktiválatlan anyag is már sztöchiometrikus összetételűnek bizonyult. Elemanalitikai adatai tömegszázalékban C: 44,21%, H: 5,02%, N: 7,64%. Az aktiválás során távozó gőzökben tömegspektroszkópiával klórbenzol volt kimutatható.

c) *Írd fel a kristályok aktiválás előtti összetételét!*

A MOF-5 fajlagos felületét kísérletileg határozták meg: $2900 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. A cink-klaszterek középpontjai a kockarácsban $1,294 \text{ nm}$ -re vannak egymástól.

d) *Hány nm^2 aktív felület jut egy kockára?*

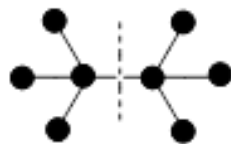
A MOF-5 hidrogéntárolási képességeit tesztelve azt találták, hogy 10 g anyag 20 bar nyomáson, 298 K hőmérsékleten $1,0$ tömegszázalék H_2 -t képes felvenni.

e) *Hányszorosa ez az azonos állapotú ideális hidrogéngáz mennyiségének ugyanekkora térfogatban?*

(üzég diákolimpiai feladat)

H450. Kőolajmintákban is előfordulhat az **A** molekula, $C_xH_yO_z$ összetétellel (x, y, z természetes számok). Jelenléte az archaeák előfordulásának biokémiai nyoma (biomarkere).

Az **A** molekula leírható egy leegyszerűsített gráfként: minden kovalens kötést az összekötött atomok típusától függetlenül egy-egy vonallal ábrázolunk, az atomok pedig a szálak végén lévő csomópontok lesznek. Az etánmolekula ebben a jelölésben a következőképpen néz ki:



123 vágás szükséges ahhoz, hogy az **A** molekulát teljesen szétvágjuk egyedi csomópontokra a vonalak mentén (ugyanaz a művelet az etánnál 7 vágást igényel). Fontos, hogy két csomópont szétválasztásához annyi vágás kell, ahány vonal köti össze őket (például kettős kötéshez két vágás szükséges). Az is ismert, hogy létezik **egyetlen vágás**, amellyel az **A** molekula két azonos darabra vágható (hasonlóan az etánhoz, ahogy az ábrán a szaggatott vonal jelzi).

a) Ezen adatok alapján dönts el, hogy az **A** molekula x, y, z indexei párosak vagy páratlanok, vagy mindkét eset lehetséges! El lehet-e dönteni, hogy $x \leq 60$?

Segítség: Fontold meg, hogyan függ a kötések száma az összegképlettől az alkánok vagy a telített alkoholok homológ sorának első tagjaira, valamint az acetilén–etilén–etán sorozatra!

b) Létezik-e olyan aciklikus **A**-nak megfelelő molekula ($C_xH_yO_z$, vágásszám 123), amelyet két azonos félre lehet vágni: (i) pontosan kettő, (ii) pontosan három vágással? Ha igen, adj meg egy-egy lehetséges összegképletet!

Az **A** molekulatömege egész számra kerekítve 595 g/mol.

c) Határozd meg **A** összegképletét! A megoldás legyen egyértelmű, nem találgatás!

(üzbégi diákolimpiai feladat)

Megoldások

K533.

A)	
Z	R
N	A

B)	
C	S
A	R

C)	
N	E
A	U

D)	
C	R
S	E

E)	
C	E
L	U

Az E) feladatrészben az Eu és Lu a keresett elem, ezek rendre 0,375 és 0,326 g fluorral reagálnak.

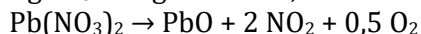
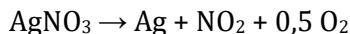
F)	
S	B
N	I

G)	
A	T
C	M

A beküldött megoldások többsége pontos, jól követhető volt.

(Varga Szilárd Bercel)

K534. Az ezüst-nitrát és az ólom-nitrát 440 °C-on az alábbi reakcióegyenletek szerint bomlik:

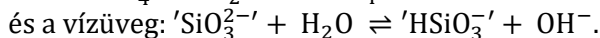
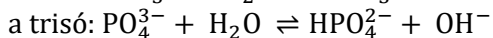
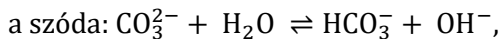


Jelölje x mol a mintában 1,000 mol ezüst-nitrát mellett jelen lévő ólom-nitrát anyagmennyiségét! A reakcióegyenletek alapján az 1,000 mol AgNO_3 bomlása során 1,000 mol NO_2 és 0,500 mol O_2 , míg az x mol $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ hőbontásakor $2x$ mol NO_2 és $0,5x$ mol O_2 keletkezik. A keletkező gázelegy össztömege a fejlődő NO_2 és O_2 tömegének összege, azaz $(1,000 + 2x)$ mol \cdot 46,00 g/mol + $(0,500 + 0,5x)$ mol \cdot 32,00 g/mol, anyagmennyisége összesen $(1,500 + 2,5x)$ mol. A keletkezett gázelegy átlagos moláris tömege 41,42 g/mol, azaz felírható, hogy $41,42 \text{ g/mol} = (62,00 + 108x) \text{ g} / (1,500 + 2,5x) \text{ mol}$. Ebből az $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ anyagmennyisége, vagyis x értéke 0,02921 mol. Az 1,000 mol AgNO_3 tömege 169,9 g, míg a 0,02921 mol $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ tömege 9,674 g. A minta ólom-nitrát-tartalma $9,674 \text{ g} / 179,6 \text{ g} \cdot 100\% = 5,39 \text{ m/m}\%$.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,7 pont, hibátlan megoldást 14 tanuló küldött be. A feladat nagyon érzékeny a kerekítésre, az ebből eredő eltéréseket tartalmazó, de egyébként helyes gondolatmenetet is maximális pontszámmal fogadtuk el.

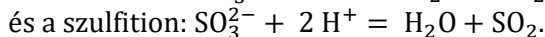
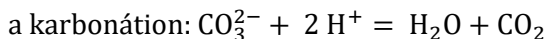
(Vörös Tamás)

K535. Az első kísérlet során bázikus kémhatást állapított meg. Az 5 anyagból 3 hidrolizál a vizes oldatában egyértelműen lúgosan:

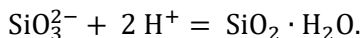


A szulfít és a tioszulfát is enyhén lúgosan hidrolizál, ez azonban jellemzően nem mutatható ki egyértelműen pH-papírral (pH: 8-9).

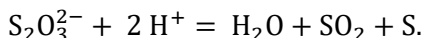
Savval két anyag fejleszt gázt:



A szilikátok megsavanyítva kocsonyás állagú, amorf szilícium-dioxidot, szilikagélt adnak:

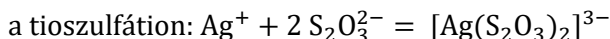


A tioszulfátból felszabaduló tiokénsav pedig lassan diszproporcionálódik, elemi kén és kén-dioxid keletkezik:



A foszfátok nem adnak észlelhető reakciót erős savakkal.

Az utolsó kísérletben az ezüst(I)-ionokat vitte komplexbe Lenke, erre 2 ion képes:



Az első kémcső gázt fejlesztett kénsavval és pH-papírral lúgos kémhatást mutatott. Ez biztosan a nátrium-karbonát, amit jól adott meg. A második kémcső nem mutatott változást kénsavval, ez biztosan a nátrium-foszfát. A negyedik kémcsőben vagy nátrium-tioszulfát vagy nátrium-szulfít volt, ám mivel nem volt 2 egyforma reakció sósavval,

ebben tioszulfát volt, kizárásos alapon a harmadikban pedig nátrium-szilikát. Ez megfelel annak a kitételnek is, hogy a nátrium-karbonáton túl megtippelt 3 másik vegyületből 2 volt jelen, de másik sorrendben.

Így a helyes sorrend:

1. kémcső: nátrium-karbonát
2. kémcső: nátrium-foszfát
3. kémcső: nátrium-szilikát
4. kémcső: nátrium-tioszulfát

Egyedül Mikita Chuyeshkou vette észre, hogy az ezüst-kloridot a szulfít is visszaoldja. Ennek ellenére a legtöbb beküldő gondolatmenetét ez nem zavarta meg, helyesen érveltek azzal, hogy a szulfít és a karbonát ugyanazt a reakciót mutatná és a karbonát egyértelműen lúgosabb. A helyes sorrendet szinte mindegyik beküldő eltalálta, így a feladat átlaga 9 pont lett.

(Viczkó Csaba)

K536. A feladat megoldásához nagy segítséget nyújtott az a gondolat, hogy a tetralás elképzelhetetlenül gyorsan növekszik, már nem olyan nagy számpárookra is olyan hatalmas értéket ad, hogy azok nem takarhatják semelyik elem A-ját, p-jét, illetve z-jét. (Lényegében az egyet és a nullát nem nézve, csak a 22 , 23 , 24 , 32 játszanak.)

a) H a válasz, mivel $^{12}\text{Z} = \text{Z}$, és csak a hidrogénre igaz, hogy a tömegszáma megegyezne a vegyértékelektronjainak számával.

b) Al a válasz, mivel noha H és a He is teljesíti az egyenlőséget, az előbbi már szerepelt, az utóbbit meg a c) feladatra vagyunk kénytelenek írni.

c) He (rajta kívül csak a H teljesíti a leírt feltételt).

d) O (a p a fent kifejtett okok miatt csak kettő lehet az egyen kívül, ekkor a tömegszám 16, amelyhez az oxigén illik, és neki a párosítatlan elektronjainak száma valóban 2 a Hund-szabálynak köszönhetően).

e) P, ha $p = 3$ és $z = 5$ (a $p = 2$ fontolható meg továbbá, ekkor $A = 8 - z$, a Li ezt az egyenlőséget teljesítené is, csak nála a párosítatlan elektronok száma is csak 1, nem 2; emellett a $p = 4$ nézhető még meg, ekkor $A = 272 - z$, az aktinoidák közül esélyes lehetne, hogy valamelyikre fennál ez, azonban a fermiumnál 258-ra jönne ki a tömegszám, a mendeléviumnál pedig 257-re, ezek meg csak egymás értékei, nem sajátjuké (persze itt

már az is kérdéses, mit nevezünk egy a természetben nem megtalálható radioaktív elem leggyakoribb izotópjának: a leghosszabb felezési idővel rendelkezőt tekintetem az előbb, de azt is mondjuk, hogy nincs neki).

f) U, $p = 4$ és $z = 6$, $A = 238$ (az urán radioaktív elem, de megtalálható a természetben, leggyakoribb izotópjá közismerten tényleg a 238-as).

g) V, $p = 3$ és $z = 3$, $A = 51$ (itt már a $p = 4$ is kiesik, mivel 24 -nek a kétszerese is már túl nagy, $p = 2$ -re 6 jön ki, amire szintén nincs elem).

h) az a) feladatrészben a hidrogént kellett aláhúzni (amelyben A, p, z értéke mind egy, és így triviálisan teljesíti valahány feltételt).

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők döntő többsége maximális pontot ért el. Inkább csak a feladat szövegének pontos értelmezése jelentett itt-ott problémát, kulcsfontosságú követelmény volt például, hogy az egyes feladatrészekhez különböző elemeket soroljunk fel.

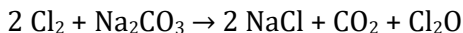
(Simon András Márk)

K537. a) Induljunk ki a NaX_k sóból! **X** negatív iont képez, valószínűleg a halogén-, oxigén- vagy nitrogéncsoport tagja. Írjuk inkább Na_kX -ként, a tapasztalati képlet így reálisabb. Ekkor a tömegszázalékos nátriumtartalomra felírható: ($M_{\text{Na}} = 22,99 \text{ g/mol}$)

$$39,32 = k \cdot M_{\text{Na}} / (k \cdot M_{\text{Na}} + M_{\text{X}}) \cdot 100$$

amiből $M_{\text{X}} = k \cdot 35,48 \text{ g/mol}$.

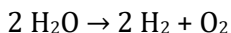
Vagyis, ha $k = 1$, akkor $M_{\text{X}} = 35,48 \text{ g/mol}$; tehát **X** elem jó közelítéssel a klór és az egyszerűen negatív ion is stimmel. Nagyobb k értékekre nem kapunk kémiaiilag értelmes megoldást. Ez alapján már sorba kitalálhatjuk a többi hiányzó betűt. Természetesen $q = 2$. A klórgáz Na_2CO_3 -tal való hevítésének egyenlete:



Ez alapján **Y** elem az oxigén, a barnássárga gáz pedig a diklór-monoxid. Szerkezete a vízére hasonlít, az oxigénhez, mint központi atomhoz kapcsolódik a két klóratom. Térszerkezet tekintetében ugyanaz a helyzet, V-alakú a molekula, a víznél kicsit nagyobb kötésszöggel. A klórgáz NaOH -dal való reakciója:



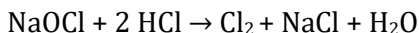
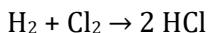
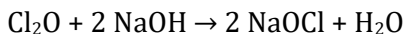
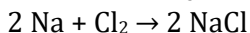
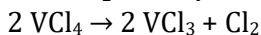
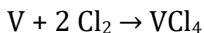
Utóbbi termékek közül a még ismeretlen kettőből oxigénné a víz elektrolizálható (**U** vegyület), ami folyadék is. Így mellette **Z** a nátrium-hipoklorit. Az elektrolízis:



Vagyis **A** elem a hidrogén. Ezek után igazi kérdésként a két különböző vanádium-klorid összetétele maradt. A NaCl-nál használtak alapján: ($M_V = 50,94 \text{ g/mol}$, $M_{Cl} = 35,45 \text{ g/mol}$)

$$26,43 = M_V / (M_V + n \cdot M_{Cl}) \cdot 100$$

Ebből $n = 4$. A másik esetre alkalmazva ugyanezt $m = 3$. Ezek egybevágó az ismert reakciók várt termékeivel. A még fel nem írt reakciók egyenletei:



Bár nem elsődlegesen, valójában a NaClO_3 is belefér megoldásként **Z** vegyületre, így ezt is elfogadtuk.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége magas pontszámot ért el. Sokan lehagytak pár egyenletet, vagy a kért szerkezeti részletezést, a feladat szövegében minden kérdésre adjunk választ! Az elemeknek pedig azok tényleges elemi formáját használjuk, ne „naszccens” atomokat az egyenletek rendezésekor.

(Szobota András)

K538. A feladat szövegéből feltételezhető, hogy a heteroatom vagy oxigén, vagy nitrogén lesz és a magas hidrogén–elem–tömegarány alapján az ismeretlen funkciós csoportban csak egy heteroatom van, továbbá a vegyület szénláncá telített. Amennyiben a heteroatom oxigén, úgy 2 oxigén mellett 16 hidrogénatom van benne és emellett

$$\text{minimálisan: } \frac{3 \cdot 16}{0,5} \cdot \frac{0,5}{12} = 4,$$

$$\text{maximálisan: } \frac{3 \cdot 16}{0,4} \cdot \frac{0,6}{12} = 6$$

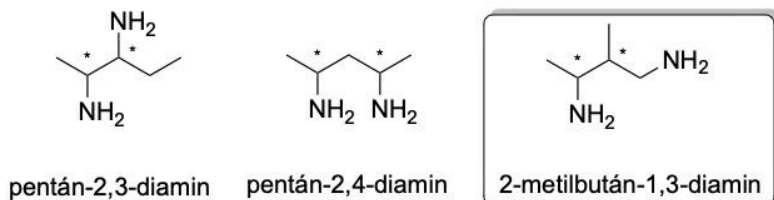
szénatom lehet a vegyületben, de $C_6H_{16}O_2$ képlettel sem képzelhető el molekula. Amennyiben a heteroatom nitrogén, úgy 2 nitrogén mellett 14 hidrogénatom van benne, emellett a széntartalom:

$$\frac{3 \cdot 14}{0,5} \cdot \frac{0,5}{12} = 3,5 \text{ azaz } 4$$

és

$$\frac{3 \cdot 14}{0,4} \cdot \frac{0,6}{12} = 5,25, \text{ azaz } 5$$

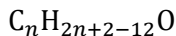
között lehet. Ekkor $C_5H_{14}N_2$ képlettel elképzelhető egy stabil, nyílt láncú vegyület, amely két aminocsoportot tartalmaz (egy N-atom mindig eggyel növeli a teltett vegyületben levő hidrogének számát). A szerkezeti képlet meghatározásához a következő megállapításokat tehetjük: két olyan pentándiamin is van, aminek a szénlánc nem ágazik el és 2 kiralitáscentrumot tartalmaz (pentán-2,3-diamin és pentán-2,4-diamin), a neopentán szénláncán sehogyan sem lehet 2 kiralitáscentrumot létrehozni 2 azonos szubsztituenssel, az izopentán esetében viszont pontosan egy ilyen lehetőség van: **2-metilbután-1,3-diamin**. Mivel a diák az utolsó kérdés után egyértelműen tudta a megfejtést, így ez a vegyület a feladat megoldása.



A helyes összegképletet szinte mindegyik beküldő kitalálta, a helyes szerkezeti képletre viszont csak 4 tanuló jött rá. A beküldők jelentős hányada valamelyik el nem ágazó láncú vegyületet (vagy azok keverékét) javasolta megoldásnak, páraikat a pentán-2,4-diaminban levő szimmetriatengelyt tévesztett meg.

(Viczkó Csaba)

K539. a) Mivel tudjuk, hogy a molekula csak egy O-t tartalmaz, és összesen 12 db H hiányzik belőle, így általános képlettel így írható fel:

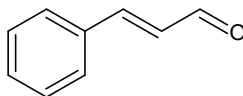


Így felírható az alábbi összefüggés a C atomok tömegszázalékának ismeretében:

$$0,8179 = \frac{12 \cdot n}{12 \cdot n + 1 \cdot (2n + 2 - 12) + 16 \cdot 1}$$

Megoldva: $n = 9$. Tehát az összegképlet C_9H_8O .

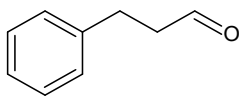
b) Az oxigéntartalmú csoport, amely oxidálható s redukálható is, egyértelműen a formilcsoport. A feladat szövege elárulja, hogy egész molekulára kiterjedő delokalizációt találunk a molekulában, és mivel ennyire sok benne a C és kevés a hidrogén, gondolhatunk egyből egy aromás gyűrűre is. Mivel egy szénatomhoz nem kapcsolódik csak H, így ez egy monoszubsztituált benzolgyűrű lesz, az oldalláncban is elágazásmentesen. A térizoméiriára is kapunk utalást, az energetikailag kedvezőbb szerkezetre van szükség, tehát *transz* konfigurációt tartalmaz a molekula. Mindezt összegezve csak ez megoldás marad, a fahéjaldehid, tudományos névvel: *transz*-3-fenil-prop-2-énal



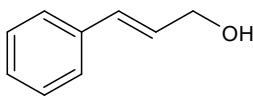
c) Ebben a feladatrészben 3 redukált terméket kellett megadni (a képletek lejjebb találhatóak egy nagy ábrán összegezve). Fontos kiemelni, hogy itt a 2-es és 3-as szénatom közötti kettős kötés és a formilcsoport redukálható könnyen, de megfelelő körülmények között a benzolgyűrű is telítődik. Így tehát Pd/C katalizátorral a C-C kettős kötés telítődik, a keletkező vegyület: 3-fenil-propanal [1], és Shvo katalizátorral: *transz*-3-fenil-prop-2-én-1-ol [2]. A teljes redukciós eljárásnál a benzolgyűrű is telítődik: 3-ciklohexil-propán-1-ol [3]. Érdekes, de elméletben abszolút lehetséges megoldás, hogy egészen egy telített szénhidrogénig zajlik a redukció: propil-ciklohexán keletkezik.

d) Ebben a feladatrészben pedig két oxidációs folyamat termékeit kellett megadni névvel is képlettel. Enyhe körülmények között csak a könnyen oxidálódó csoport reagál. Így a formilcsoport karboxilcsoporttá oxidálódik. A termék szabályos neve: *transz*-3-fenil-prop-2-énsav [4]. Ozonizáció során pedig a leggyengébb helyen szakad fel, a kétszeres C-C

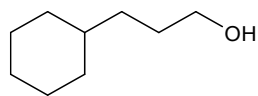
kötésnél, és a láncvégeken karboxilcsoportot kapunk. Így a két termék: benzooesav [5] és oxálsav (etándisav) [6].



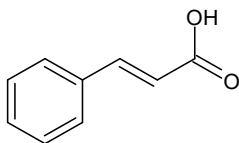
[1]



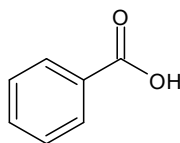
[2]



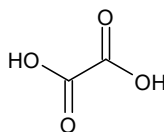
[3]



[4]



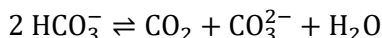
[5]



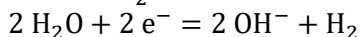
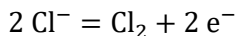
[6]

(Kovács Máté)

K540. a) A lejátszódó reakció – mely a hidrogénkarbonátion autoprotolízise – az alábbi:



b) Az anódon a kloridionok oxidálódnak, míg az katódon a víz redukálódik:



c) A lejátszódó a reakció a klór diszproporciója:



d) Az előbbi reakcióban a kémhatásra hatást nem gyakorló nátrium-klorid fele a lúgosan hidrolizáló nátrium-hipokloritá alakul. Ha a klór más vegyületekkel reagál, akkor az elektrolízis után az oldatba nátrium-hidroxid kerül. Összességében tehát az oldat pH-ja nőni fog.

e) Az azonos minőségi összetétel azt jelenti, hogy az ismeretlen vegyület nátriumot, hidrogént, ként, és oxigént tartalmazhat. A titrálás alapján $120,0n$ g/mol az ismeretlen vegyület moláris tömege, ahol n a savértékűsége. Ez alapján $n = 1$ esetén értelmes eredményt kapunk, ugyanis ilyen moláris tömeggel jellemezhető az NaHSO_4 . A nátrium-hidrogén-

szulfát pedig valóban egy vízzel szemben savként viselkedő vegyület. Többértékű savak között keresgélve nem találunk megfelelő vegyületet.

f) A kénsavoldat tömege 826,5 g, melyből 124,0 g a kénsav, ami 1,265 mol. Semleges közeli pH-n mind a két vegyület teljesen deprotonálódik, így azonos mértékű kémhatásváltozáshoz 2,530 mol nátrium-hidrogén-szulfátra lenne szükség. Ennek tömege 304 g.

g) A kénsavoldatból összesen 4,5 literre lenne szükség, mely 5700 forintba kerülne. A nátrium-hidrogén-szulfátból 1824 g-ra lenne szükség, amihez két kiszerezést kell vásárolni. Ennek ára 4800 forint, így a szilárd vegyszerből érdemes vásárolni. Ha csak a felhasználni kívánt mennyiségeket hasonlítjuk össze, akkor is erre a következtetésre jutunk.

A feladat összességében nem volt nehéz, azonban az a) és a c) kérdés komoly nehézségeket okozott. Utóbbi esetén gyakori válasz volt a két gáz-halmazállapotú termék reakciója, azonban ez aktiválás (UV fény vagy szikra) nélkül szobahőmérsékleten nem megy végbe.

Ugyan a feladat szövege nem volt elég pontos, de az ilyen vegyszereket általában dobozolva árulják, így a g) kérdés során, bár elméletileg helyes választ jelent az egyenes arányosság eredményeként kapott ár, gyakorlatilag célszerű mégis a szükséges kiszerezések árát összehasonlítani.

A d) kérdés esetén jogos, de nem teljes értékű az, ha csak a megsejtett vegyület jóságát ellenőrizzük le, hiszen ezzel nem zárjuk ki az egyéb megoldások lehetőségét.

(Ficsór István Dávid)

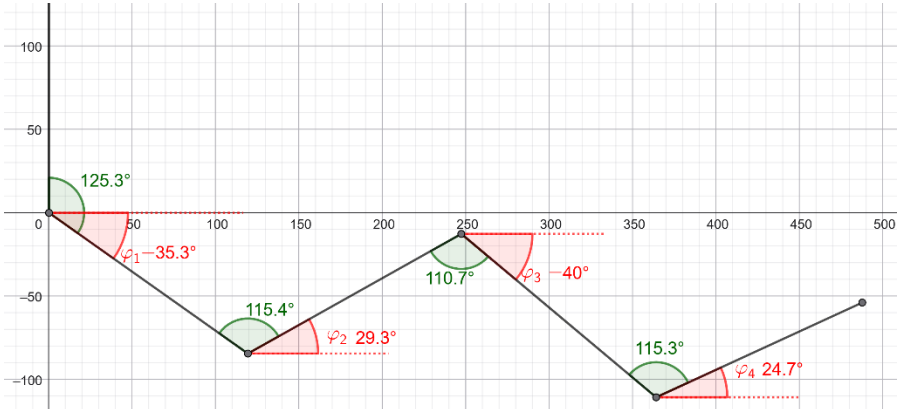
H436. Szemeljük ki azt a szénatomot, amely három másik szénatomhoz is kapcsolódik, és azt a kettős kötést, amelyben ez a szénatom vesz részt (136,0 pm). Innen indulva a szögek megfelelő előjelű összeadásával ki lehet számolni, hogy hozzá képest mennyivel fordul el a következő, pontosan azonos helyzetű (tehát újra 136,0 pm-es) kettős kötés:

$$107,0^\circ - 115,4^\circ + 110,7^\circ - 115,3^\circ = -13,0^\circ$$

Tehát egy izoprénegységgel a lánc $13,0^\circ$ -ot fordul, vagyis $360^\circ/13,0^\circ = 27,7 \approx 28$ izoprénegység alkot majd önmagába záródó ciklust. A negatív

előjel annyit jelent, hogy a láncban nem szereplő egyes kötések kifelé állnak a ciklusból.

A ciklus átmérőjének kiszámolásához érdemes meghatározni két, azonos helyzetű szénatom távolságát. Ez koordináta-geometriával viszonylag egyszerű. Helyezzük az előbb kiszemlélt, három másik szénatomhoz kapcsolódó szénatomot az origóba, az y tengely iránya pedig legyen a ciklusból kifelé álló kötés a következő ábra szerint.



Az egyes kötések irányszögét (vagyis az x tengely irányával bezárt szögét) megfelelő előjeles összegekkel ki lehet számolni:

$$\varphi_1 = 90,0^\circ - 125,3^\circ = -35,3^\circ$$

$$\varphi_2 = 180,0^\circ + \varphi_1 - 115,4^\circ = 29,3^\circ$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 + 110,7^\circ - 180,0^\circ = -40,0^\circ$$

$$\varphi_4 = 180,0^\circ + \varphi_3 - 115,3^\circ = 24,7^\circ$$

Az egyes kötések által jelentett szakaszok végpontjainak koordinátáit a szinusz- és koszinuszfüggvény segítségével lehet számolni:

φ	d (pm)	$\Delta x = d \cos \varphi$	$\Delta y = d \sin \varphi$
$-35,3^\circ$	146,1 pm	119,2 pm	$-84,4$ pm
$29,3^\circ$	144,2 pm	125,8 pm	70,6 pm
$-40,0^\circ$	152,5 pm	116,8 pm	$-98,0$ pm
$24,7^\circ$	136,0 pm	123,6 pm	56,8 pm

Az utolsó szakasz végpontja egy olyan szénatom, amely az elsővel azonos helyzetű a kémiai szerkezetben. Ennek a koordinátái:

$$x = 119,2 + 125,8 + 116,8 + 123,6 = 485,4 \text{ pm}$$

$$y = -84,4 + 70,6 - 98,0 + 56,8 = -55,0 \text{ pm}$$

A két azonos helyzetű szénatom távolsága így:

$$d = \sqrt{485,4^2 + (-55,0)^2} = 488,5 \text{ pm}$$

A 28 izoprénegységből álló ciklusban lévő azonos helyzetű szénatomokat így el lehet képzelni egy olyan, szabályos 28-szögmű, amelynek az oldalhosszúsága 488,5 pm. Ez a 28-szög 28 darab egybevágó, egyenlő szárú háromszögből áll, amelynek alapja a 488,5 pm, a két szár által bezárt szöge $360,0^\circ/28 = 12,9^\circ$, a szár hosszúsága pedig éppen a 28-szög köré írt kör sugara (r). Ez utóbbit például a szinuszfüggvény segítségével ki lehet számolni:

$$r = \frac{488,5}{2 \sin \frac{12,9^\circ}{2}} = 2174 \text{ pm}$$

Így a ciklus átmérője mintegy 4,3 nm.

1. A feladat ugyan nem alapul közvetlen, kísérletben mért adatokon, kvantummechanikai szerkezetszámítások azonban alátámasztják. Erről a Magyar Kémikusok Lapja 2025-ben megjelent 80. évfolyam, a július-augusztusi szám 216. oldalán lehet olvasni.

2. A létrejövő ciklus természetesen nem pontos kör, azért egyértelmű átmérője sincsen. Az sem helytelen, ha a kapott értékhez hozzáadjuk a ciklusból kifelé álló kötések járulékát (kétszer, mert átmérőről van szó), így 4,6 nm lenne a becslés.

3. Az egy izoprénegységre eső elfordulást először $13,0^\circ$ -nak számoltuk ki a szögekből, később viszont a szabályos 28-szögből $12,9^\circ$ -ot számoltunk. Tekintettel arra, hogy magát az átmérőt amúgy sem lehet teljesen pontosan definiálni, ez nem okoz gondot.

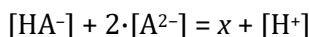
4. A feladatot egy geometriai problémára lehetett visszavezetni: háromszögek sorozatának tulajdonságait kellett számolni két oldal hosszából és általuk bezárt szögből. Sok jó megoldás érkezett, de a geometriai részét mindenki összetettebb módon közelítette meg, mint az itt bemutatott megoldás: általában a koszinusz- vagy szinusztételt

használták többször egymás után. Tekintettel arra, hogy ez kémiafeladat volt, a szerző azt is elfogadta volna helyes megoldásként a b) részben, ha valaki vonalzóval és szögmérővel papíron megszerkeszti a szögek és távolságok alapján az ábrát, és aztán egyszerűen megméri rajta a kért adatot. Ennek a stratégiának digitális változata is van például a Geogebra program használatával.

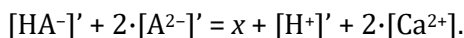
(Lente Gábor)

H437. A kompót sokféle szerves összetevőt tartalmaz, az egyszerűség kedvéért csak az almasavval foglalkozunk, amely alma-körte-barack gyümölcsök esetén valóban a legjelentősebb (, ha valaki a citromsavval dolgozott azt is elfogadtuk). Az almasav kétértékű szerves sav, a savi disszociációs állandói $pK_{a1} = 3,40$ és $pK_{a2} = 5,11$.

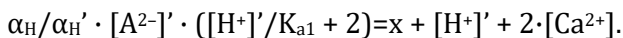
Az eredeti $pH = 4,2$ -n az eredeti kompótban a töltésmérleg:



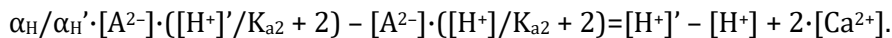
ekkor x -szel jelöltük az összes kation koncentrációt. Az egyszerűség kedvéért úgy számolunk, hogy megkeressük mekkora az vízkeménység, amely esetén éppen $pH = 4,6$ alakul ki. Ekkor a töltésmérleg:



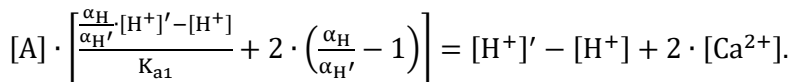
Átalakítva a savállandóval: $[A^{2-}] \cdot ([H^+]/K_{a2} + 2) = x + [H^+]$. Használjuk α_H -t: $[A^{2-}] = c_{sav}/\alpha_H$, (c_{sav} az almasav specieszek összkoncentrációja), ekkor $[A^{2-}]' = [A^{2-}] \cdot \alpha_H/\alpha_H'$. Az adott pH értékeken: $\alpha_H = 10,42$ illetve $\alpha_H' = 10,42$. Így:



Ha a két töltésmérleget kivonjuk egymásból:



Némi átalakítással:



Majd, mivel az ismert paraméter c_{sav} :

$$\frac{c_{\text{sav}}}{\alpha_{\text{H}}} \cdot \left[\frac{\frac{\alpha_{\text{H}}'}{\alpha_{\text{H}}} \cdot [\text{H}^+]' - [\text{H}^+]}{K_{\text{a1}}} + 2 \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{H}}'}{\alpha_{\text{H}}} - 1 \right) \right] = [\text{H}^+]' - [\text{H}^+] + 2 \cdot [\text{Ca}^{2+}]$$

$$\frac{c_{\text{sav}}}{10,42} [-0,524 + 2,70] + 3,80 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot [\text{Ca}^{2+}]$$

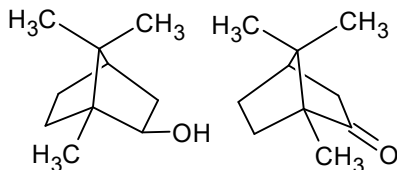
$$0,209 \cdot c_{\text{sav}} + 3,80 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot [\text{Ca}^{2+}]$$

Most már csak a két ismeretlen paraméter összehasonlításán van a sor. Hazánkban lévő legkeményebb víz kb. 300 mg/l CaO tartalom. Így max. 5,36 mM „koncentráció” CaCO₃ oldódhat kompótban, feltételezve, hogy max. azonos térfogatú vízből tud kiválni a vízkő. Így $c_{\text{sav}} = 0,0511$ M gyümölcssav (almasav) koncentrációt kapunk. Kisebb érték esetén a szükséges pH érték felé kerülne a kompót. Az alma sűrűsége kb. 1 g/cm³, az almasav tömeg%-a kb. 0,25 - 1%, moláris tömege pedig 134 g/mol. Így ez kb. 20 - 75 mM. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy nem tudjuk, hiszen gyümölcs függő, és a többi összetevővel nem foglalkoztunk, de azt ebből az egyszerű számolásból is láthatjuk, hogy annyira nem volt alaptalan a félelme, hiszen már ilyen elhanyagolásokkal is kérdéses a helyzet.

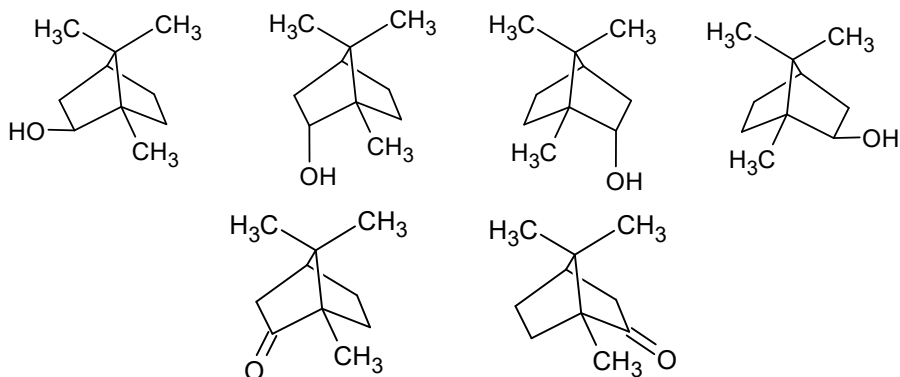
A feladat nehéznek bizonyult, kiemelkedő volt Elek János megoldása.

(Nemeskéri Dániel)

H438. a) A borneolban (balra), illetve a kámforban az atomok kapcsolódási sorrendje az alábbi vonalképleteknek megfelelő:



b) Az alábbi négy, illetve két sztereoizomer viszonyban álló vegyület jöhet szóba.



c) A megadott adatok alapján nem dönthető el. A borneolban található tercier, illetve kvaterner szénatomok konfigurációja a reakció során nem változik, de ez nincs összefüggésben a forgatás irányával. A gyakorlat azt mutatja, hogy (+)-kámfor lesz a reakció terméke, ami azonos irányban forgatja a poláros fényt, mint a kiindulási anyag.

d) Azt, hogy a tercier, és a kvaterner szénatomok konfigurációja a kiindulási anyagban, és a termékben meg kellett, hogy egyezzen. A hidroxilcsoport állása viszont kétféle is lehetett, vagyis a megfelelő borneol, izoborneol, vagy épp ezek keveréke is lehetett a kiindulási anyag.

e) A lefele nyílón, ugyanis a belső (hűtő) csövet, akkor tölti ki teljesen a hűtőfolyadék (ellenáram elve). A jobb oldali cső a melegített térrészt és a környezetet köti össze. Ez egyrészt a melegítés során megakadályozza az edényben lévő nyomás jelentős növekedését, másrészt lehetőséget biztosít az inert atmoszférán, vagy épp csökkentett nyomáson végezni ezt a tisztítási műveletet.

f) Szublimáció. Kámforrá vált.

A feladat nem okozott nagyobb gondot a versenyzőknek. Nehézséget leginkább csak az e) kérdés jelentett. A c) kérdéssel kapcsolatban érdemes egy további példát megemlíteni. A tejsav molekulái királsak. Ha egy olyan vizes oldatot közömbösítünk nátrium-hidroxid-oldattal, mely csak az egyik enantiomert tartalmazza, akkor az eredeti és a keletkező oldat ellentétes irányban fogják forgatni a síkban polarizált fényt annak ellenére, hogy az aszimmetriacentrum konfigurációja nem változik meg a

reakció során. Ez rámutat arra, hogy az optikai forgatóképesség nem előjelezhető az abszolút konfiguráció alapján.

(Ficsór István Dávid)

H439. a-b) A borkósavat, a hidrogén-tartarát-, illetve a tartarátionokat jelölje rendre H_2T , HT^- , ill. T^{2-} .

A megadott koncentráció alapján a kérdéses pontokban $[K^+] = 0,040 \text{ mol dm}^{-3}$, és az alábbi összefüggés is fennáll:

$$L = [K^+] \cdot [HT^-] = 2,56 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

Ez alapján a csapadék megjelenésekor, valamint teljes feloldódásakor $[HT^-] = 6,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.

A savi disszociációs állandókat felhasználva:

$$[H_2T] = [H^+] \cdot [HT^-] / K_{s1}$$

$$[T^{2-}] = [HT^-] \cdot K_{s2} / [H^+]$$

A bemérési koncentrációt ($[T^{2-}]_0$) felhasználva, a tartarátionra vonatkozó anyagmérleg felírható a két kérdéses állapotban:

$$[T^{2-}]_0 = [H_2T] + [HT^-] + [T^{2-}] = 0,020 \text{ mol/dm}^3$$

$$[T^{2-}]_0 = [H^+] \cdot [HT^-] / K_{s1} + [HT^-] + [HT^-] \cdot K_{s2} / [H^+]$$

$$[H^+]^2 \cdot [HT^-] / K_{s1} + [H^+] \cdot \{[HT^-] - [T^{2-}]_0\} + [HT^-] \cdot K_{s2} = 0$$

Ebből $[H^+]$ -ra két valós gyököt kapunk. $[H^+]_1 = 1,647 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$, illetve $[H^+]_2 = 1,966 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. Az első esetén indul meg a csapadék kiválása, a második esetén fejeződik be a csapadék oldódása.

Ezeket felhasználva a két kérdéses pontban felírható a töltésmérleg (a két $[H^+]$ alapján a $[OH^-]$ elhanyagolható).

$$[H^+] + [K^+] = [HT^-] + 2 \cdot [T^{2-}] + [Cl^-]$$

$$[H^+] + [K^+] = [HT^-] + 2 \cdot [HT^-] \cdot K_{s2} / [H^+] + [Cl^-]$$

$$[Cl^-] = [H^+] + [K^+] - [HT^-] - 2 \cdot [HT^-] \cdot K_{s2} / [H^+]$$

A két állapotra $[Cl^-]_1 = 6,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, és $[Cl^-]_2 = 0,0353 \text{ mol/dm}^3$. Ez alapján a csapadék megjelenéséhez $0,665 \text{ mmol}$, teljes feloldódásához pedig $3,53 \text{ mmol}$ hidrogén-klorid oldódása szükséges.

c) Ebben az esetben a kezdeti oldatban a káliumion koncentrációja $0,020 \text{ mol/dm}^3$. A hidrogén-tartarát-ion koncentrációja legfeljebb a tartarátion kezdeti koncentrációjával egyezhet meg, ami $0,01 \text{ mol/dm}^3$. Ez alapján a $[K^+] \cdot [HT^-]$ szorzat értéke legfeljebb $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ lehet, ami kisebb, mint az oldhatósági szorzat, vagyis ilyen körülmények között a savanyítás hatására nem válik le csapadék.

A feladat a beküldők többségének nem okozott nehézséget. Sok hibátlan megoldás született.

A kísérlet elméletileg 1 mol/dm^3 -es koncentrációjú sósavval is sikeresen elvégezhető. Megfelelő koncentrációk esetén borkósav oldatához kálium-hidroxid-oldatot adagolva a csapadék kiválása, majd oldódása szintén megfigyelhető lehet.

Ha a $[H^+]$ -ban másodfokú egyenletet $[HT^-]$ -szal osztjuk, akkor az alábbi egyenlethez jutunk:

$$[H^+]^2/K_{s1} + [H^+] \cdot \{[HT^-] - [T^{2-}]_0\} / [HT^-] + K_{s2} = 0$$

A bemérés miatt $[K^+] = 2 \cdot [T^{2-}]_0$, és így $L = \{2 \cdot [T^{2-}]_0\} \cdot [HT^-]$. Ez alapján az előbbi egyenlet az alábbi formára hozható:

$$[H^+]^2/K_{s1} + [H^+] \cdot \{1 - 2[T^{2-}]_0^2/L\} + K_{s2} = 0$$

Ennek az egyenletnek a diszkriminánsa:

$$D = \{1 - 2[T^{2-}]_0^2/L\}^2 - 4 \cdot K_{s2}/K_{s1}$$

A diszkrimináns értékét a bemérési koncentráció (mol/dm^3 -ben megadott) mérőszámának függvényében ábrázolva láthatjuk, hogy az alábbi I intervallumon belül nincs, az azon kívüli pozitív mérőszámok között pedig van gyöke a fenti egyenletnek.

$$I = \left[\sqrt{L \cdot \{1 - \sqrt{4 \cdot K_{s2}/K_{s1}}\}}/2; \sqrt{L \cdot \{1 + \sqrt{4 \cdot K_{s2}/K_{s1}}\}}/2 \right]$$

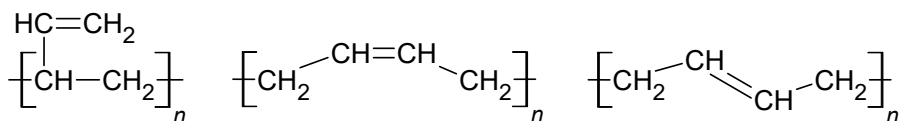
$$I = [0,00887; 0,01331]$$

Mivel a kérdéses másodfokú egyenlet elsőfokú tagjának együtthatója, $1 - 2[T^{2-}]_0^2/L$ az $\sqrt{L/2}$ -nél nagyobb abszolút értékű mérőszámokra lesz negatív, így csak ilyen koncentrációk esetén lesz az egyenletnek két pozitív gyöke (K_{s1} pozitív). Ez azt jelenti, hogy ha a bemérési koncentráció kisebb, vagy egyenlő, mint az I intervallum nagyobbik végpontja, akkor az oldatból savanyítással nem lehet csapadékot leválasztani, míg az ennél

nagyobb koncentrációk esetén le lehet, és további savanyítás hatására a csapadék fel is oldódik.

(Ficsór István Dávid)

H440. a) A butadién polimerizációja során 1,2-, és 1,4-polimerizáció is végbemegy. Utóbbi esetben *cisz* (középen), és *transz* (jobb) konfiguráció is szóba jöhet. E három egység szerkezete látható az alábbi képen.



b) Mivel a láncvégi kétszeres kötésben résztvevő szénatomokhoz 3, a láncközi kétszeres kötésben résztvevő szénatomokhoz pedig 2 hidrogénatom kapcsolódik, ezért az 1,4-, és az 1,2-polimerizációban résztvevő monomerek aránya 61,5:1,0. Vagyis a monomerek 0,984-e 1,4-, 0,016-e pedig 1,2-polimerizációban vett részt.

A második információ alapján az 1,4-polimerizációban résztvevő monomerek 81/82-éből, vagyis az összes monomer 0,972-éből jöttek létre olyan egységek, melyekben a kétszeres kötés konfigurációja *cisz*, a maradék 0,012 esetén pedig *transz*.

Mivel az egyes egységek moláris tömegei azonosak, így a fenti anyagmennyiség törtek, valamint a megfelelő tömeg törtek értékei megegyeznek.

c) A megadott adatok alapján az oldatban a polimer tömegkoncentrációja 2,8075 g/dm³, illetve 2,8075 kg/m³.

A megadott egyenletből az átlagos molekulatömeg kifejezhető:

$$M = \frac{R \cdot T \cdot c_m}{\pi - B \cdot c_m^2} = 227,86 \text{ kg/mol} = 227860 \text{ g/mol}$$

Mivel egy monomer tömege 54,0 g/mol, így a polimerláncokban átlagosan 4220 monomer egység található.

d) A polimerláncban az 1,2-polimerizációban részt vett monomerek esetén jön létre kiralitáscentrum. Az előző két rész alapján ezek átlagos száma 67,5.

e) Műgumi alapanyaga.

A feladat nem bizonyult nehéznek. A leggyakoribb hiányosság az egyes egységek szám-, illetve tömegaránya közötti összefüggés rögzítése volt. Hibátlan megoldást küldött be Milovecz Fruzsina Panka, Elek János, Fekete Simon és Mikita Chuyeshkou.

(Ficsór István Dávid)