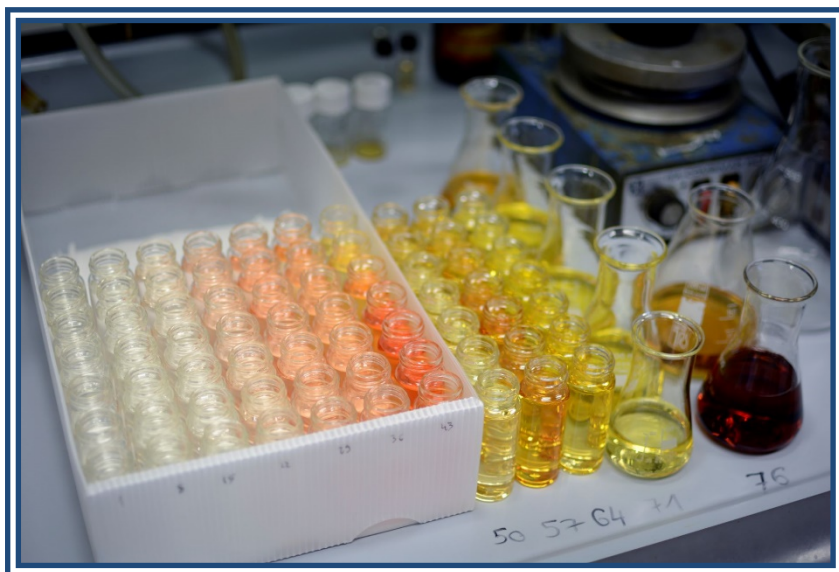
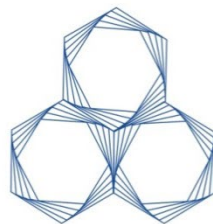


Középiskolai Kémiai Lapok



XLIX.

2022/2.

 **EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ**


MINISZTERELNÖKSÉG

nka

 **Nemzeti
Tehetség Program**

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma,
a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2022. március	XLIX. évfolyam	2. szám
---------------	----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Dr. Ósz Katalin,
Tóth Edina, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyi Péter

Szerkesztőség:	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. E-mail: kokel@mke.org.hu 06-1-201-6883
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Androsits Beáta

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest Hattyú u. 16. II. 8. címre vagy átutalással a CIB
Bank Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi
jelzőszámmon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2022. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tagjai számára kedvezményes előfizetési
díj: 3000 Ft.

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos
Széchényi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archivuma
(EPA) archiválja.

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit
tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel
– elektronikus, fényképes úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül
közölni.

Mi lett belőled ifjú vegyész?

Rohonczy János, tanszékvezető egyetemi docens, ELTE TTK Kémiai Intézet

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?

1975-ben az OKTV-n országos 8. helyezést, 1976-ban első helyezést értem el. A Kémiai Diákolimpián 1975-ben a magyar csapatban egyedüli harmadiksként 3. díjat kaptam Veszprémben, 1976-ban pedig 1. díjat szereztem Halléban, az akkori NDK-ban.

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

Dárdai Pálné volt a kémiatanárom a tatabányai Árpád Gimnáziumban. Élvezettel vettem részt szakköri foglalkozásain. Negyedikes koromban nagyon sokat segített abban, hogy délutánonként egyénileg fejlesszem manuális kémiatudásom az iskola kémiaszertárában. Egyik alkalommal vízmentes éteres vas-rodanid oldatot készítettem szerves analitikai reagens gyanánt, ámde nem számítottam arra, hogy az öreg, peroxidos éter a hozzáöntött vas-rodanid oldat hatására „felforrt”, s a rázótlöcsér vérvörös tartalma sziszegve spriccelt fel a tanterem ablakaira. Reszketve mentem a tanári szobába jelenteni neki a malórt. Ő zokszó nélkül jött, s együtt csutakoltuk a „vért” az ablakokról.

Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Bár a kémia már az általános iskolában is érdekelt, amikor a ház körül fellelhető anyagokból vegyszergyűjteményt csináltam, de 1972-től 1976-ig a tatabányai Árpád Gimnázium matematika tagozatára jártam. Elsős koromban nagy csalódás ért, amikor elvittek az Irinyi verseny megyei fordulójára, de a helyszínen kiderült, hogy iskolánként csak két diák versenyezhet, s mivel iskolánkban két kémiatanár volt, így tanárom



csak egy diákot indíthatott, s az nem én voltam. Ez az élmény arra inspirált, hogy kitartó munkával készüljek az OKTV-re, mert ott már nem volt létszámkorlát. Rengeteg kémiapéldát oldottam meg, s gyarapodó házi laboratóriumomban kísérleteztem. Iskolánkban nagy meglepetést okozott, hogy 1975-ben bekerültem a megyei fordulóra, majd az országos döntőbe, ahol végül országos 8. helyezést értem el.

A szisztematikus felkészülés jegyében olvastam a KÖKÉLT, a Kémia Tanítását, s jutottam hozzá a Kémiai Diákolimpia felkészítő feladataihoz. Ezek megoldását elküldtem Budapestre, aminek alapján meghívást kaptam a VIII. Diákolimpia válogató keretébe Budapestre, majd a Veszprémi Vegyipari Egyetemre. Végül 3. díjas tagja voltam a magyar csapatnak.

1976-ban célirányosan készültem az OKTV-re, s a diákolimpiára, aminek a felkészítő, válogató fordulói jelenlegi munkahelyemen, az ELTE Szervetlen Kémiai Tanszékén voltak. Itt ismertem meg későbbi nagyszerű egyetemi tanárait, majd kollégáimat, így pl. Hartmann Hildegardot, Fogarasi Gézát, Szepes Lászlót.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Ahogy már említettem, olvastam a KÖKÉL-t, és minden akkor fellelhető szaklapból, egyetemi példatárból, jegyzetből igyekeztem megoldani a feladatokat. Emellett a megyei könyvtár szabadpolcos rendszerét kihasználva bújtam a hozzáférhető kémiakönyveket is.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Nyugodtan állíthatom, hogy igen, hisz középiskolásként már megismerhettem az egyetemi életformát, a tanárokat, az előadásokat, a laboratóriumi munkát, sőt a tudás számonkérését is. Az pedig, hogy az OKTV-n az első 10 között végeztem, azt jelentette, hogy már harmadikos koromban felvételt nyertem az 1970-es években még erősen limitált létszámú egyetemi létszámkeretbe.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?

1982-ben kitüntetéses okleveles vegyész diplomát szereztem az ELTE-n, majd friss diplomásként a Chinoin Gyógyszergyár analitikai osztályán

kezdtém el dolgozni. Főnökeim engedélyével munka mellett elvégezhettem a Budapesti Műszaki Egyetem kétéves szerkezetkutató szakmérnöki posztgraduális kurzusát, ahol 1984-ben kitüntetéses szerkezetkutató szakmérnök lettem. 1984-ben visszamehettem az ELTE Általános és Szeretlen Kémia Tanszékére, ahol a diplomámat szereztem, majd 1984-ben doktoráltam, s így egyetemi tanársegédként bekapcsolódhattam az egyetemi oktató munkába.

Jelenleg ennek a tanszéknek, a mai Szeretlen Kémiai Tanszéknek a habilitált docense és negyedik éve tanszékvezetője vagyok. Az itt töltött közel negyven évből 30 éven át – sok más tárgy mellett – a két féléves szeretlen kémia főtárgy előadója vagyok. Közel kétezzer diák tanult s vizsgázott nálam e tárgyból. Mindig megtisztelőnek tartom a diákoktól kapott pozitív visszajelzéseket, és a szavazataik alapján a 2004-ben kapott Természettudományi Kar kiváló oktatója és a 2020-ban kapott a Kémiai Intézet kiváló oktatója elismeréseket.

Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat (hazait, külföldit)?

Ösztöndíjas útjaim során az NMR spektroszkópia (magyarul mágneses magrezonancia-spektroszkópia, ami az MR orvosi vizsgálat kémikusok által használt rokona) különböző területeit művelhettem. 1990-ben a Magyar Peregrináció ösztöndíjjal 3 hónapot töltöttem a heidelbergi Max Planck Intézetben, ahol Prof. Haeberlen irányította kutató munka során megismerhettem a szilárd NMR elméletét és mérés technikáját. 1991-ben kilenc hónapot töltöttem a német akadémiai DAAD ösztöndíjjal a bonni egyetemen, ahol Prof. Breitmaier mellett a molekulák térszerkezetváltozását vizsgáló dinamikus NMR technikával foglalkozhattam.

Azóta is a különleges NMR vizsgálati módszerek és számítógépes elemző programjaik fejlesztése a legkedvesebb kutatási területem.

Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?

Az ELTE-n tanító professzoraim közül Dr. Boksay Zoltánt ismerhettem meg legközelebből, aki az általános kémiát tanította nekünk első korunkban. Sok középiskolás az általa írt középiskolai kémia tankönyv szerzőjeként ismerhet rá nevére. A szakma pedig nemzetközi hírű üvegelektrokémikusként ismerte. Jómagam közeli személyes kapcsolatba kerülve vele ismerhettem meg kiváló szakmai felkészültségét,

hihetetlenül széles körű műveltségét, a kémia oktatása és az egyetem, mint a tudomány fellegvára iránti elkötelezettségét, precízységét, szerénységét. Sokunk számára Ő testesítette meg a polihisztor egyetemi professzorok nagy generációját. 2020-ban, 93 éves korában veszítettük el. Halála előtti napon a német clausthali egyetemről beszélgetve, azt kérdezte tőlem, tudom-e, hogy melyik tál a leghíresebb? Meg is válaszolta találós kérdését: a csehországi Joachimsthal, mert az itt vert ezüstpénz nevéből származik a tallér és a dollár név is.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Hatalmas kihívás átlátni a robbanásszerűen fejlődő természet-tudományok, s benne a kémia elméleti és gyakorlati eredményeit. Igyekezzenek az új ismereteket összefüggő tudáshálává szőni elméjükben. Ehhez ne elégedjenek meg az új fogalmak formális betanulásával, hanem igyekezzenek azokat legalább fő vonásaikban megérteni. Ehhez ma kiváló segítséget nyújt az internet világhálója. Ugyanakkor kritikusan (de nem feltétlenül elutasítóan) fogadjanak minden ismeretet, ami ütközni látszik az eddig megszerzett ismereteikkel. Igyekezzenek tudásukat minél szélesebb alapokra helyezni. Végezetül: a kémiában is rengeteg megoldandó kérdés és feladat vár a mai fiatalokra. Különösen gyorsan fejlődő terület a molekuláris biológia (sejten belüli és sejtek közötti folyamatok kémiai reakció szintű leírása) és a technikai civilizációnkat megalapozó anyagtudomány (a szerves kémia reinkarnációja).

Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Pl. Mi a hobbid - a kémián kívül?

Kisiskolás korom óta érdekel a kémia mellett az elektronika is. A számítástechnikával pedig már középiskolás koromban kezdtem megismerkedni. Néhány éve egy általános iskolai diáktársam emlékeztett arra, hogy szerinte én 14 éves koromban atomfizikus akartam lenni, amit én már el is felejtettem. Csak ekkor döbbsentem rá, hogy kutatási témám, az NMR spektroszkópia, a kémiai szerkezetvizsgálat olyan, sajátos határtudomány, ami az atommagok rádiójelekkel való besugárzásán és az atomi válaszjelek számítógépes kiértékelésén alapul, s ahol kiélvezhettem a kémia, fizika, elektronika, informatika tudományterületek összefonódását. Az ezen a területen szerzett tapasztalataim tették lehetővé, hogy egy mikrovállalkozást

indítva, egyetemi munkám mellett, 22 éven át fejlesztő partnere lehettem egy németországi spektrométergyártó világcégnek. Igazán izgalmas kihívás volt megfelelni a nemzetközi elvárásoknak. Az elektronikai fejlesztést és számítógépes programozást ma is szívesen művelem más, hobbi területeken is.

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2022. április 7-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

KÖKÉL Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

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.

K420. *Válassz ki öt kémiai elemet: **A, B, C, D** és **E**, és írd fel 15 olyan létező reakciót, amelyben az alábbi feltételeknek megfelelően szerepelnek!*

- Öt olyan reakcióegyenlet, amelyek mindegyikében mind az öt **A, B, C, D** és **E** elem szerepel;
- Négy reakcióegyenlet, amelyek mindegyikében **A, B, C,** és **D** elem egyaránt szerepel;
- Három reakcióegyenlet, amelyek mindegyikében **A, B** és **C** elem egyaránt szerepel.
- Két reakcióegyenlet, amelyekben **A** és **B** elem is szerepel.

- Egy reakcióegyenlet, amelyben kizárólag az **A** elem szerepel, más anyag egyáltalán nem.

A már felírtakkal ellentétes irányú reakciót nem vesszük figyelembe.

(ukrán feladat)

K421. A táblázat a BaO oldhatóságát adja meg:

Hőmérséklet, °C	0	20	50	80
Oldhatóság, g/100 g víz	1,5	3,84	11,75	90,8

Lehűtve a 80 °C-on telített oldatot, csak az **X** anyag válik ki (43,49 tömegszázalék Ba, 50,79 tömegszázalék O).

- Mi az X? Add meg a Ba(OH)₂ oldhatóságát ezeken a hőmérsékleteken!*
- Hány gramm X válik le, amikor 100 g 70 °C-on telített bárium-hidroxid-oldatot 10 °C-ra hűtenek?*

A Ba(OH)₂ oldhatóságáról feltételezhető, hogy a hőmérséklettel egyenes arányban változik két adatpont között.

(ukrán feladat)

K422. Az **A** szerves vegyület színtelen, alacsony olvadáspontú (33 °C) szilárd anyag. A vizsgálatok szerint a molekulájában hattagú aromás gyűrű, valamint egyetlen oxigénatom található (más heteroatom nincs benne). Az elemanalízis 11,92 m/m% oxigéntartalmat mutat.

A brómos vizet addíciós reakcióban elszínteleníti. A vizsgált vegyületnek van egy sztereoizomerje is.

- Mi lehet az A vegyület konstitúciója? Rajzold fel azokat a szerkezeteket, amelyek megfelelnek az eddigi információknak!*
- Ezek közül melyiket (melyeket) zárhatjuk ki, ha tudjuk, hogy az a bizonyos sztereoizomer szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotú?*

Az **A** vegyület katalitikus oxidációja során (láncsadás nélkül) nagy szelektivitással a **B** vegyület képződik, melynek oxigéntartalma 12,10 m/m%.

Ebből további oxidációval (szintén lánchasadás nélkül) kapjuk a **C** vegyületet, amely 21,60 m/m% oxigént tartalmaz. A **B** és **C** vegyületek is képesek brómaddícióra, és molekulájukban ugyanúgy megtalálható az aromás gyűrű, mint az **A** molekulában.

e) Rajzold fel A, B és C konstitúcióját!

(Borbás Réka, Zagyi Péter)

K423. A kémia szakkörösök azt a feladatot kapták a tanáruktól, hogy egy üvegben lévő kékeszöld színű kristály összetételét határozzák meg. Anynyit tudnak, hogy egy tiszta vegyület kristálya van az üvegben. A meghatározást azzal kezdték, hogy a só 3,526 grammjából mérőlombikban 250,0 cm³ oldatot készítettek. Majd ezzel a törzsoldattal kísérleteztek tovább.

Kati az oldat kis részleteihez először kén-hidrogénes vizet adott, és barnásfekete csapadék vált le. Ezután egy újabb mintához 2 mol/dm³ koncentrációjú sósavat adott, nem tapasztalt változást, de 0,5 mol/dm³ koncentrációjú KI-oldattal barna színnel színezett csapadék jelent meg.

Ani ezüst-nitrát-oldatot adott a törzsoldat kis mintájához, és fehér csapadék leválását tapasztalta. Ezen megbátorodva Miklós a törzsoldat 10,00 cm³-es részleteit AgNO₃-mérőoldattal (melynek töménysége 0,100 mol/dm³) K₂CrO₄ indikátor mellett megtitrálta, és az átlagfogyás 16,55 cm³ volt.

Természetesen már sejtették, hogy milyen ionvegyületet tartalmaz az üveg, de sejtésüket számítással is alá akarták támasztani. Ha a titrálás eredményéből számoltak vissza, akkor nem kapták vissza a teljes tömeget. Így egy kémcsőben a kékeszöld kristály egy kis mennyiségét melegítették, és azt tapasztalták, hogy színe sárgásbarnává változott, és a kémcső falán pára képződött. Szárítószekrényben 110 °C-on hosszan melegítették 4,583 g zöld kristályt, majd így kaptak 3,614 g sárgásbarna szilárd anyagot. Ebből készítettek ismét 250,0 cm³ oldatot, és megismélték a korábbi vizsgálatokat. Minden kísérlet kimenetele azonos volt, csak most az ezüst-nitrát-oldatból 21,50 cm³ fogyott.

Írd fel a végbemenő folyamatok egyenletét, és számítással add meg a vizsgált kristályos anyag képletét!

(Borbás Réka)

K424. Egy kísérlethez kalcium-nitrátra lett volna szükségünk, de azt találtuk, hogy a laborban lévő üvegben, amely eredetileg 25,0 gramm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ -t tartalmazott, a só teljesen elfolyósodott, már nem is volt az üvegben szilárd anyag. Utánanéztünk, hogy $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on 53,1% relatív páratartalom fölött elfolyósodik a kalcium-nitrát-tetrahidrát kristály. A vízmentes kalcium-nitrát oldhatósága $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on 139 g /100 g víz.

a) *Legalább mekkora tömegű vizet kötött meg az üveg tartalma?*

Az üveg tartalmát addig melegítjük $120\text{ }^\circ\text{C}$ -on, amíg teljes víztartalmát el nem veszti.

b) *Mekkora térfogatú 100%-os relatív páratartalmú $20\text{ }^\circ\text{C}$ -os levegőben kellene elhelyezni az így kapott vízmentes sót, hogy az edény végül tetrahidrát kristályokat és 53,1% relatív páratartalmú levegőt tartalmazzon egyensúlyi állapotban?*

$20\text{ }^\circ\text{C}$ -on, 101 kPa nyomáson 1 m^3 levegőben 100% relatív páratartalom esetén 17 g víz van.

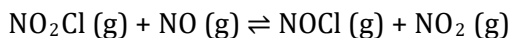
(Borbás Réka)

K425*. 2,30 g dolomit hevítése során 560 ml keletkezett az **A** gázból (normál állapotban, sűrűsége 1,964 g/l). A visszamaradó **B** két szilárd vegyület keveréke. Ezt szén feleslegével igen magas hőmérséklete hevítve, majd a terméket vízzel kezelve három fázis keletkezett: 0,42 l normál állapotú **C** gázkeverék (hidrogénhez viszonyított relatív sűrűsége 15,33), szilárd anyag, amiből levegőn kihevítés után 0,50 g tömegű **D** csapadék marad vissza, és az 1500 ml térfogatú **E** oldat. Az oldat 25,00 ml-ét 0,020 M sósavoldattal titrálva 20,80 ml fogyott.

*Mik voltak a betűvel jelölt anyagok? Írd fel a lejártszódó reakciók egyenletét! Mi volt a **C** gázkeverék összetétele?*

(ukrán feladat)

K426*. A nitril-klorid (NO_2Cl) és a nitrozil-klorid (NOCl) közötti egyensúlyt tanulmányozva azt találták, hogy a



folyamat egyensúlyi állandója 298 K -en $1,12 \cdot 10^4$, 340 K -en pedig $4,68 \cdot 10^3$.

Összekeverünk egy 1,00 dm³-es tartályban 16,3 g nitril-kloridot, és 6,00 g nitrogén-monoxidot, majd 340 K-re melegítjük a tartályt, és megvárjuk, míg beáll az egyensúly.

- a) *Mi lesz az egyensúlyi nyomás a tartályban?*
 b) *Mi az egyes vegyületek egyensúlyi koncentrációja? Hány százaléka alakul át a nitril-kloridnak?*

A tartályt lehűtjük 298 K-re.

- c) *Hogyan változik a nyomás a tartályban?*
 d) *A nitrozil-klorid forráspontja -6°C. Merre tolódna el az egyensúly, ha a hőmérsékletet -6°C-ra csökkentenénk?*

Alacsonyabb hőmérsékleten a nitrogén-dioxid dimerizációja jelentősebb mértékű, 298 K-en a folyamat egyensúlyi állandója 1,00.

- e) *Milyen hatással van a nitril-klorid átalakulásának egyensúlyára a dimerizáció?*

(Borbás Réka)

K427*. A kripton több radioaktív izotóppal is rendelkezik. A 81-es tömegszámú a kozmikus sugárzás során keletkezik, béta-bomlással bomlik, felezési ideje 229000 év. A 76-os és 79-es tömegszámú izotópok felezési ideje 14, illetve 35 óra, a 85-ösé 10,75 év, de a többi instabil izotóp a másodperc tört része, vagy néhány másodperc, perc felezési idővel rendelkezik.

A kripton-85 uránból és plutóniumból keletkezik atomfegyverekben és atomreaktorokban a maghasadás során, bár kozmikus sugárzás során is termelődik. Tovább béta-bomlással alakul.

- a) *Írd fel a ⁸⁵Kr béta-bomlásának egyenletét!*

Jelenleg a légkörben levő Kr atomok 10⁻¹⁴ része ⁸⁵Kr, ami a nukleáris be rendezések használatával emelkedett meg erre a szintre. Ezért az Északi-sark közelében 30%-kal nagyobb a koncentrációja, mint a Déli-sarknál. A kripton a levegő 0,000114%-át alkotja.

A radioaktív anyagok aktivitása azt adja meg, hogy egységnyi idő alatt hány bomlás történik. Az aktivitás (*A*) az alábbi képlettel számítható:

$$A = N(\text{izotóp}) \frac{0,693}{t_{1/2}}$$

ahol $t_{1/2}$ a másodpercben kifejezett felezési idő, N a radioaktív atomok száma.

b) *Hány kripton-85 atom bomlik el 1,00 m³ levegőben egy óra alatt?*

(Borbás Réka)

H366. Ha egy folyadékfelület görbült, akkor a párolgási folyamatok eltérnek a sík felület esetében tapasztalhatótól. A telített gőznyomásokban megfigyelhető különbséget a Kelvin-egyenlet írja le:

$$\ln \frac{p}{p_0} = \frac{2\sigma M}{\rho R T r}$$

Itt p és p_0 a görbült és a síkfelület telített gőznyomása. A folyadék felületi feszültsége, moláris tömege és sűrűsége σ , M és ρ . R és T pedig a gázállandó és a hőmérséklet. A felület görbületét r jelöli, mégpedig domború esetben pozitív, homorú esetben negatív előjellel.

A bután-1-olt 273 K hőmérsékleten vizsgálva felületi feszültsége 26,1 mN/m, sűrűsége 0,81 g/cm³. Úgy találták, hogy kondenzációs göcök nélkül akkor kezdtek el cseppek kondenzálódni, ha a p/p_0 túltelítettség elérte a 4-et.

a) *Mi volt a cseppek átlagos sugara? Hány molekula jut egy csepre?*

Magát a telített gőznyomást a Clausius–Clapeyron-egyenlet segítségével lehet megbecsülni. Ez az egyenlet a telített gőznyomás hőmérsékletfüggését adja meg:

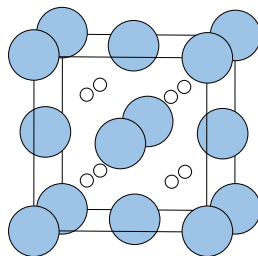
$$\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{-\Delta_p H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Itt p_1 és p_2 a T_1 és T_2 hőmérsékleten mérhető telített gőznyomás, $\Delta_p H$ pedig a folyadék moláris párolgáshője, a bután-1-ol esetében 50,1 kJ/mol. A bután-1-ol forráspontja 117,5 °C standard légköri nyomáson.

b) *Mekkora volt a bután-1-ol parciális nyomása az előző kísérletben, amikor elkezdődött a kondenzáció?*

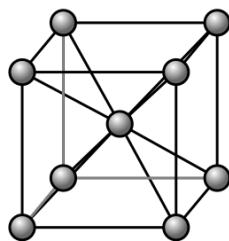
(kínai feladat)

H367. Az AgI γ módosulatának kristályát tekintjük úgy, hogy benne a jodidionok (nagy kék gömbök az ábrán) lapcentrált köbös elrendeződést vesznek fel, és az ezüstionok a jodidionok közti tetraédes koordinációt biztosító üregek (átlátszó kis gömbök) felét töltik ki. A kristály ismétlődő egységének (köbös, azaz kockaforma elemi cellájának) élhossza 647,3 pm.



a) *Mekkora a γ -AgI kristályban az Ag-I távolság? Mekkora a kristály sűrűsége?*

Az AgI α módosulata 147 °C felett stabil, és szokatlanul jól vezeti az elektromos áramot. Ez úgy magyarázható, hogy a kristályban a jodidionok tércentrált köbös elrendeződést (ld. ábra) vesznek fel, amelyben a kisméretű ezüstionok számos lehetséges üregben elférnek, és ezek között gyakorlatilag szabadon mozoghatnak. A köbös elemi cella élhossza 504 pm.



b) *Mekkora az α módosulat sűrűsége?*

(kínai feladat)

H368. Az üvegházhatású szén-dioxid megkötése, illetve dúsítása igazán fontos probléma. Elektrokémiai redukcióval szobahőmérsékleten és légköri nyomáson lehetne belőle jól tárolható energiahordozókat gyártani nap- vagy szélenergiával. Ilyenkor az elektrolizáló cella katalizátoros katódján történik a redukció, az anódon pedig vízbontásból oxigén fejlődik.

Réztartalmú katalizátor jelenlétében enyhén bázisos KHCO_3 -oldatban pl. etilén generálható. Más termékek is keletkeznek ilyenkor, és a termékelegyet általában gázkromatográfiával elemzik. Egy kísérletben a 10,0 mA árammal 1,00 órán át elektrolizálva 90,0 cm³ gázelegyet kaptak, aminek etiléntartalma 0,519 térfogatszázalék volt 0 °C-on és 101325 Pa nyomáson.

a) *Mi volt a redukció Faraday-hatásfoka, azaz az áram hányad része fordítódott a termék előállítására? Óránként hány mg etilén keletkezett?*

A szén-dioxid egyszerűen felületi adszorpcióval is dúsítható. Aktív szén felületén a CO₂ adszorpcióját kielégítően leírja a Langmuir adszorpciós izoterma, ami azt tételezi fel, hogy a megkötött gázrészecskék egyszerűen egy rétegben beborítják a felületet.

$$\theta = \frac{V}{V_m} = \frac{\alpha P}{1 + \alpha P}$$

Itt θ az úgynevezett borítottság, az épp adszorbeált gázmennyiség térfogatának és a maximális telítettség esetén megkötött gáz térfogatának hányadosa. P a gáz parciális nyomása; α az adszorpció egyensúlyi állandója.

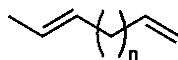
Egy szén adszorbenssel 298 K-en végezve kísérleteket azt találták, hogy 5,2 kPa és 13,5 kPa CO₂ parciális nyomás esetén az egyensúly beállta után 69,2 dm³/kg, illetve 82,6 dm³/kg volt a megkötött gáz fajlagos térfogata.

b) *Mennyi a telített adszorbens fajlagos adszorpciós kapacitása, azaz legfeljebb mekkora térfogatú gázt tud megkötni 1 kg aktív szén? Ha tudjuk, hogy egy CO₂ molekula 0,32 nm² területet foglal el, akkor mi az aktív szén fajlagos felülete?*

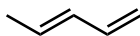
(kínai feladat)

H369. A két darab szén-szén kettős kötést tartalmazó szerves vegyületeket nevezük diéneknek. Ezen kettős kötések elhelyezkedése alapján három nagy csoportba soroljuk az ilyen típusú vegyületeket:

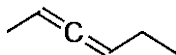
(a) izolált diének, amikor a két darab szén-szén kettős kötést legalább egy sp³ konfigurációjú szén választja el;



(b) konjugált diének, amikor a kettős kötések alkotó négy darab sp² hibridállapotú szén közvetlenül kapcsolódik;

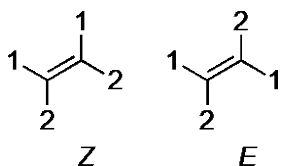


(c) kumulált diének vagy allének, amikor három darab sp² hibridállapotú szén alkotja a két darab szén-szén kettős kötést.

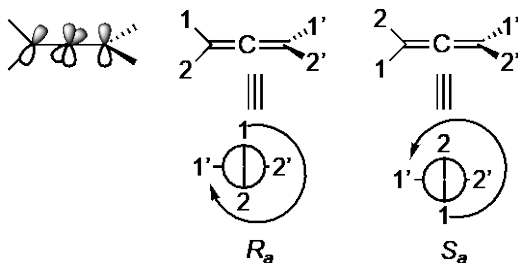


A következőben ezen vegyületek sztereokémiájával fogunk foglalkozni.

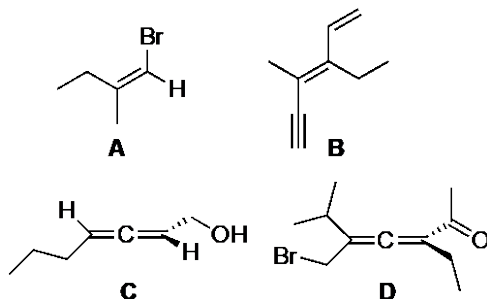
Az izolált és konjugált diének esetében, az alkéneknél is használt E/Z nevezéktant használjuk a kettős kötés geometriájának jellemzéséhez. Ehhez az egy szénhez kapcsolódó atomokat/csoportokat sorszámozzuk a CIP konvenció alapján (lásd KÖKÉL 2004/4. szám, Szabó András: Optikai izoméria). Ha az azonos sorszámú ligandumok ugyanazon az oldalon vannak, akkor *Z* a konfiguráció, ha különbözőn akkor *E*.



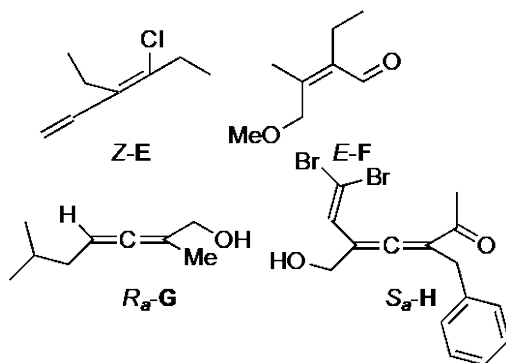
Az allének speciális kötésrendszerük miatt, nem geometriai izomériát mutatnak, hanem királis vegyületek lehetnek. Ehhez az szükséges, hogy az allén részlet végein található szénatomhoz 2-2 különböző atom vagy csoport kapcsolódjon. Az abszolút konfiguráció megadásához az egy szénhez kapcsolódó ligandumokat ebben az esetben is a CIP konvenció alapján sorszámozzuk és az alábbi módon állapítjuk meg a körüljárási irányokat. Ezek alapján használjuk az S_a és R_a deszkriptorokat az abszolút konfiguráció jelölésére.



a) Add meg az alábbi vegyületek abszolút konfigurációját!



b) Rajzold fel a következő vegyületekből a jelölésük mellett látható deskriptornak megfelelő térszerkezetet!



c) A három, illetve a négy kettős kötésből álló kumulénekre a geometriai izoméria vagy a kiralitás jellemző-e?

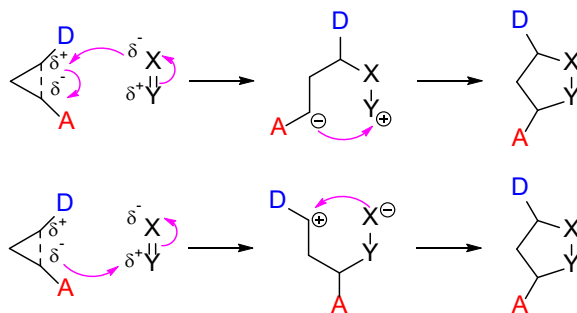
(Varga Szilárd)

H370. A ciklopropán egy feszült gyűrűs vegyület, ami kiemelkedően reaktív. Az egy CH_2 egységre jutó égéshő a ciklopropánban 697,1 kJ/mol, míg a ciklohexánban 658,6 kJ/mol.

a) Melyik vegyület a stabilabb ez alapján? Milyen hatásokkal magyarázható ez a nagyfokú különbség?

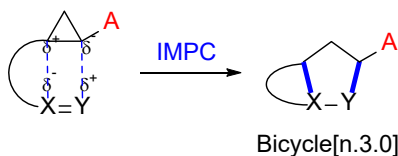
Ha a ciklopropánt elektronszívó szubsztituensekkel látjuk el (pl. észtercsoport), akkor könnyen vihető olyan reakciókba, amelyekben formálisan felnyílt, 1,3-ikerionos formában reagál a ciklopropán. Ha egy poláris

kettős kötés is jelen van, azzal cikloaddícióba léphet. Ez a következőképpen képzelhető el (a D elektronküldő-, míg az A elektronszívó-csoportot jelölnek):

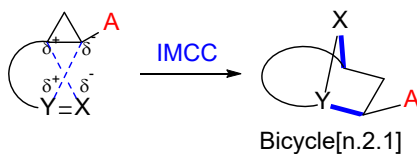


Ha a ciklopropán és a reagáló poláris kettős kötés egy molekulán belül helyezkedik el, akkor két különböző úton játszódhat le a folyamat, attól függően, hogy a kettős kötés melyik része pozitívan, illetve negatívan polározott. Az egyik utat Intramolekuláris párhuzamos cikloaddíciónak (IMPC), míg a másikat intramolekuláris kereszt-cikloaddíciónak (IMCC) nevezik.

Intramolekuláris Párhuzamos-Cikloaddíció (IMPC)

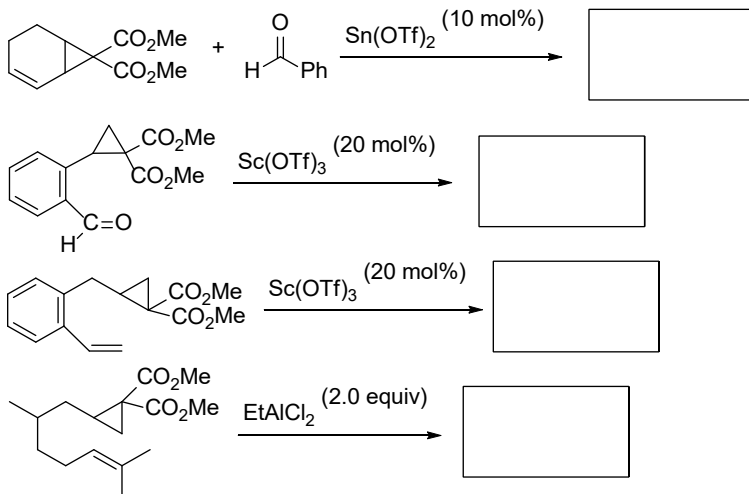


Intramolekuláris Kereszt-Cikloaddíció (IMCC)



Ezek a ciklopropán felfnyílással lejátszódó cikloaddíciók általában Lewis-sav katalízissal játszódik le.

b) A következő átalakításokban milyen termék(ek) keletkezhetnek? A sztereokémiát nem kell jelölni!



(Varga Szilárd kínai feladat alapján)

Megoldások

K396. 22 elektronos részecskék a titánatommal izoelektronosak, például: Ti , V^+ , Cr^{2+} , Mn^{3+} , Na_2 , HCP , H_3CCH , H_2CCCH_2 , N_2O , CNO^- , NO_2^+ , CO_2 , N_3^- , C_3H_5^+ , H_2CCO , HN_3 , H_2CN_2 , PN

23 elektronnal: V , Mn^{2+} , Fe^{3+} , NO_2

24 elektronnal: Cr , Fe^{2+} , Co^{3+} , B_3H_8^- , HNO_2 , HCOO^- , HCOOH , NO_2^- , HCONH_2 , H_2SiCH_2 , $[\text{HCO-NH}_3]^+$, C_3H_5^- , CH_3NO , CH_3CHO , CH_2CHOH , CH_2CHO^- , NOF , SO

A dőlt betűs részecskék instabilak, némelyiket csak oldatban vagy gáz-fázisban állították elő.

Nem volt elvárás minden részecske megtalálása, mivel ezek jelentős része túlmutat a gimnáziumi anyagon. Ehelyett a legtöbb megoldást bemutató eredményéhez képest arányosan kaptak pontot a többiek. Továbbá 1 pont levonás járt minden kémiailag nem reális megoldásért, nem ideértve az ionvegyületeket (ezeket egyszerűen nem kérte a feladat). Hasonlóan nem számítottak bele a megoldásba az extrém magas és extrém alacsony oxidációs számú fémionok, mert ezek jellemzően nem önálló ionként

léteznek, hanem komplexált formában. A legtöbb jó megoldást (24) Tóth Petra Lili gyűjtötte össze.

(Forman Ferenc)

K397. A periódusos rendszer 118 eleme közül 14 van, amelyeknek egy betű a vegyjele: H, B, C, N, O, F, P, S, K, V, Y, I, W, U. Az elméletileg lehetséges $2^{14} = 16384$ vegületből többek között az alábbiak ismertek:

BFO, BN, BP, CO, COS, FI, FSCN HCN, HF, HI, HNCO, HNCS, HOCN, HOI, HSCN, IOCN, ISCN, KCN, KF, KH, KI, KOCN, KOH, KSCN, NO, NOF, PN, UC, UN, UP, US, VC, VN, VO, WC, YO, YOF, YP.

Ezen felül számos ion is elképzelhető, pl.: OH⁻, SCN⁻, I⁻, H-

Ezek az ionok azonban a vegyületeik révén felsorolásra kerültek az előző listában is, így nem értek külön pontot, ahogy deutérium- és tríciumvegyületek sem. A HCOOH-t és hasonlókat nem fogadtam el, mert ez esetben bármely vegyület felírható lenne számok nélkül.

A feladat nyílt jellege miatt közel korlátlan megoldás elképzelhető, ezért a K396-hoz hasonlóan a legtöbb megoldást bemutató eredményéhez képest arányosan kaptak pontot a többiek. A legtöbb jó megoldást Sajósi Benedek és Viczkó Csaba (30-30) gyűjtötte össze.

(Forman Ferenc)

K398. a) Pl. Biokompatibilitás, korrózióállóság, merevség.

b) A vanádium moláris tömege 51 g/mol, 23 mmol V tömege tehát 1173 mg, ami az ötvözet 4%-a. Vagyis az implantátum tömege 29,32 g.

c) Az ötvözet V-tartalma $100\% - 2 \cdot 23\% = 54\%$, azaz a 23 mmol (1173 mg) vanádium 2172 mg ötvözetben van, aminek az anyagmennyisége 52 mmol. Mivel ez nem 23, a feladatban ismertetett kombináció nem lehetséges.

d) A feladat túlhatározott, mivel bármely három paraméter ismeretében ki lehet számolni a másik kettőt. Egyik fém anyagmennyisége se lehet 23 mmol, mert ez esetben mind az össztömeg, mind az összes moláris tömeg nagyobb lesz 23-nál. Attól függően, hogy melyik paraméter (tömeg (m), anyagmennyiségsszázalék ($n/n\%$), tömegszázalék (w)) melyik fémet jellemzi, 24 lehetséges ötvözet van, amiknek az anyagmennyiségét és a

tömegét az alábbi táblázatok foglalják össze. (Amikor csak a tömeg- és anyagmennyiségsszázalékok szerepelnek, nem létezik megoldás.)

V	Al	Ti	Σm (mg)	Σn (mmol)
$n/n\%$	$n/n\%$	m	38,92	0,887
$n/n\%$	m	$n/n\%$	58,92	1,58
m	$n/n\%$	$n/n\%$	37,40	0,835
$n/n\%$	m	w	51,61	1,43
$n/n\%$	w	m	47,36	1,15
m	$n/n\%$	w	36,42	0,812
w	$n/n\%$	m	36,62	0,837
m	w	$n/n\%$	45,48	1,08
w	m	$n/n\%$	41,79	0,830
$n/n\%$	m	m	66,28	1,73
m	$n/n\%$	m	53,50	1,21
m	m	$n/n\%$	64,68	1,69
w	w	m	38,92	0,887
w	m	w	58,92	1,58
m	w	w	37,40	0,835
m	m	w	59,74	1,59
m	w	m	59,74	1,44
w	m	m	59,74	1,60

Látható, hogy egyik esetben sem 23 sem az ötvözet tömege, sem pedig az anyagmennyisége, tehát nincs megoldás a feladatra.

e) A fenti 24 példán kívül minden olyan ötvözet is létezik, ahol az ötvözet anyagmennyisége 23 mmol, és az egyes fémek tömege, anyagmennyiség- illetve tömegszázalék értékeiből kettő 23 mg, vagy 23%.

A feladatnak főleg a d) része volt elrettentő, ám Sajósi Benedek, Szabó Márton és Viczián Dániel így is maximális pontszámot értek el.

(Forman Ferenc)

K398. a) Az egyes fémek koncentrációját (c_i) a mért koncentráció (c_1) és a vakpróbaként (c_0) mért koncentráció különbsége adja meg:

$$c_0 = c_1 - c_0$$

A kioldódott fémek tömegét (m), az anyagmennyiségük (n) és az egyes fémek moláris tömegének (M) alapján, az oldat térfogatának (V) segítségével határozhatjuk meg:

$$n = c_i \cdot V$$

$$m = n \cdot M = M \cdot c_i \cdot V = M \cdot V \cdot (c_1 - c_0)$$

A fémek korrózióállóságát a felüleltre vetített kioldódó fémrel (x), jellemzik, amit a kioldódó tömeg és a szubsztrát felületének (A) hányadosaként lehet kiszámolni:

$$x = \frac{m}{A} = \frac{M \cdot V \cdot (c_1 - c_0)}{A}$$

b) Legkevesebb fém a Ti – 15Zr – 4Nb – 4Ta ötvözetből oldódott ki, így ez tekinthető a legkorrózióállóbbnak.

c) A fenti számítást visszafelé elvégezve látjuk, hogy a kioldódó fém anyagmennyisége:

$$n = \frac{x \cdot A}{M}$$

tehát a kioldódó Ti, Al és Nb anyagmennyisége rendre 0,59 μmol , 0,077 μmol és 0,0237 μmol , összesen 0,6907 μmol , ami $4,144 \cdot 10^{17}$ atomot jelent, azaz másodpercenként $6,852 \cdot 10^{11}$.

d) A tárgy tömege $23 \text{ mg}/0,04 = 575 \text{ mg}$, azaz térfogata $m/\rho = 0,1278 \text{ cm}^3$, a kocka élhossza $a = \sqrt[3]{127,8 \text{ cm}^3} = 0,5037 \text{ cm}$, a felülete $A = 6a^2 = 1,52 \text{ cm}^2$. 52 hét alatt $m = 52 \cdot x \cdot A = 4,749 \text{ mg}$ vanádium oldódik ki, ami a teljes mennyiség 0,206%-a.

A feladat jól sikerült a versenyzők többségének, hibátlan megoldást adott be Hegedűs Márton, Csaba Dávid és a Két komponens.

(Forman Ferenc)

K400. a) Többek között karbamid, húgysav, guanin.

b) NCl_3 , NH_2Cl , CHCl_3 , CH_2ClNO_2 , CHCl_2NO_2 , CCl_3NO_2

c) Az aceszulfám-K (AceK) elterjedt mesterséges édesítőszer, ami az élelmiszerek széles körében használatos, ezért gyakorlatilag minden ember szervezetében megtalálható. Mivel jól oldódik vízben, és nem bomlik le az emberi szervezetben, ezért változatlan formában és mennyiségben kiürül a vizelettel.

d) Az AceK moláris tömege 201 g/mol, tehát az emberi vizelet mililiterenkénti 2,36 μg édesítőszer-tartalma $1,174 \cdot 10^{-8}$ mmol, tehát $c(\text{A}) = 1,174 \cdot 10^{-5}$ M. A medence 420 m^3 -e ($4,2 \cdot 10^5$ literje) átlagosan 0,775 nmol/l koncentrációjú, tehát $n = c \cdot V = 3,255 \cdot 10^{-4}$ mol AceK-t tartalmaz. Ezek alapján naponta átlagosan $V(\text{vizelet}) = n(\text{AceK, medencében}) / c(\text{AceK, vizeletben}) = 27,7$ liter vizelet kerül a medencébe.

$$\text{e) } \bar{V} = \frac{V}{\bar{N}(\text{ember})} = \frac{27,7}{411} = 0,67 \text{ dl}$$

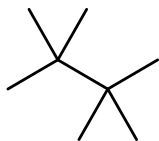
f) Tekintve, hogy egy átlagos vizeletürítés során 2-3 dl folyadék távozik a szervezetből, az emberek 20-30%-a viselkedett a leírt módon.

A feladat jól sikerült a versenyzőknek, mindenki maximális vagy ahhoz közeli pontszámot ért el.

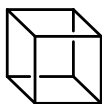
(Forman Ferenc)

K401*. a) Ha megkeressük az elágazásmentes láncú telített szénhidrogének adatait, tény, hogy az oktadekán az első, amelynek olvadáspontja 25°C felett van. Ám az elágazások, gyűrűk és telítetlenség megengedésével ezt a szénatomszámot le lehet tornázní.

b) A legkisebb szénhidrogén, amelyben csak primer és kvaterner C-atomok találhatóak, a dimetilpropán (neopentán), ennél egyel nagyobb a tetrametilbután. Utóbbi vegyületnek megkeresve az olvadáspontját, valóban azt találjuk, hogy szobahőmérsékleten szilárd, így valószínűleg ez az egyik megoldás. A másik ezek szerint szintén 8 szénatomos. Mind a 8 szénatomot tercierként elhelyezni 3 módon lehet^[1], amelyek közül 2 is (kubán és oktabiszvalén^[2]) szilárd szobahőmérsékleten.



Tetrametilbután



Kubán



Oktabiszvalén

[1] L. R. Smith; *J. Chem. Educ.*, **55**, 9, p. 569 (1978)

[2] C. Rücker; B. Trupp; *J. Am. Chem. Soc.*, **110**, 14, p. 4828 (1988)

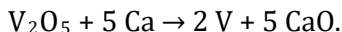
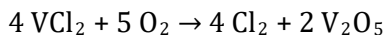
A feladat könnyűnek bizonyult, majdnem mindenki jól megoldotta a b) feladatot. Az a) rész is egyértelmű volt a legtöbbeknek, ám figyeljünk rá,

hogy ne kövessük el válaszdás közben Vendel hibáját újra, az alkánok nem csak az elágazásmentes, nyílt láncú alkánokat jelentik, használjuk a fogalmakat precízen. A harmadik megoldás miatt pedig senki ne szomorodjon, azt csak szakirodalmi utánajárással lehetett megtalálni.

(Szobota András)

K402. a) Legyen a fém-kloridban a fém oxidációs száma n , ekkor a képlete VCl_n . Legyen a fém moláris tömege M g/mol, ekkor a VCl_n moláris tömege $(M + 35,45n)$ g/mol. Az 1 g fém-kloridban található fém anyagmennyisége egyenlő a 0,418 g elemi fém anyagmennyiségével, azaz $1/(M + 35,45n)$ mol = $0,418/M$ mol. Ebből a fém moláris tömegét kifejezve $M = 25,4607n$ g/mol. Tudjuk, hogy az n pozitív egész szám, és megnézzük, hogy van-e olyan n , amelyre a fenti képlet egy létező fém moláris tömegét adja. Ha $n = 2$, akkor $M = 50,92$ g/mol, ami jó közelítéssel a vanádium moláris tömege, tehát a fém-klorid VCl_2 és a kísérlet végén 0,00821 mol vanádiumot kaptunk. A fém-oxidban legyen a fém oxidációs száma m , ekkor a képlet $VO_{m/2}$ és a $(M + 8,00m)$ g/mol = $(50,942 + 8,00m)$ g/mol lesz a moláris tömeg, ahol M helyére a vanádium moláris tömegét írtuk be. A 0,746 g fém-oxidban levő fém anyagmennyisége és az elemi vanádium anyagmennyisége egyenlő, így $0,00821$ mol = $0,746/(M + 8,00m)$ mol, melyből $m = 4,99$, ami közelítőleg 5. Tehát a fém-oxid képlete V_2O_5 .

b) A reakcióegyenletek:



Szinte minden beküldő helyesen megtalálta a vanádiumot. A leggyakoribb hiba az volt (ez néhány beküldőt érint), hogy nem vették figyelembe, hogy nem feltétlenül egyenlő a fém oxidációs száma az oxidban és a kloridban.

(Simkó Irén)

K403. a) Mivel a molekulatömeg csak 24,8%-kal nagyobb az atom tömegénél, tudjuk, hogy egy fématom és pozitív egész számú „oxid”, illetve „hidroxid” van a molekulában, tehát a molekula összegképlete $WO_x(OH)_y$. A képlet alapján a nemfémes rész moláris tömege:

$$M(O + OH) = 16x + 17y$$

Ennek alapján a fém moláris tömege egyenes arányossággal:

$$M(W) = \frac{100\%}{24,8\%} \cdot M(O + OH) = 64,51x + 68,55y$$

Az egyes x-y párokra végigpróbálgatva a fém moláris tömegét az alábbi lehetőségek adódnak:

x	y	oxidációs szám	M(W)	Me
1	1	+3	133,06	Cs
2	1	+5	201,61	Au
1	2	+4	197,57	Hg
2	2	+6	266,12	Lr, Rf, Sg
3	1	+7	262,08	Lr
3	2	+8	330,63	
3	3	+9	399,18	
1	3	+5	270,16	Hs, Db
2	3	+7	334,67	

Az egyes elemek kémiai tulajdonságait figyelembe véve az $\text{SgO}_2(\text{OH})_2$ és a $\text{DbO}(\text{OH})_3$ a reális összegképlet, tehát a **W** fém a lehet a sziborgium (annak 266-os izotópja) vagy a dubnium (annak 270-es tömegszámú izotópja).

b) Mindkét izotóp nem meglepő módon rövid felezési idejű, ami miatt minden velük végzett tevékenység veszélyes, továbbá rendkívül drága, tekintve, hogy más radioaktív izotópokból kell előállítani.

A feladat valóban barátságatlanak bizonyult: mindössze két versenyző – a Két komponens és Viczián Dániel találta meg az egyik helyes megoldást – ez is elegendő volt a maximális pontszámhoz. Néhányan más szupernehéz elemeket találtak megoldásként, ők abba a csapdába futottak bele, hogy az elemeknek az „átlagos” moláris tömegét vizsgálták, tekintet nélkül arra, hogy az adott izotópok léteznek-e és elég hosszú a felezési idejük ahhoz, hogy kémiai tulajdonságokról beszélhessünk.

(Forman Ferenc)

K404. A $2\text{A} = 3\text{B} + \text{C}$ reakcióban keletkezett összesen 4 mol gázelegyre a megadott relatív sűrűség érték alapján felírható, hogy $3\text{ mol} \cdot M_{\text{B}} + 1\text{ mol} \cdot M_{\text{C}} = 4\text{ mol} \cdot 2\text{ g/mol} \cdot 30,125$. Hasonló

összefüggést írhatunk fel az **A** vízzel való reakciója során keletkező gáz-elegyre:

$4 \text{ mol} \cdot M_D + 6 \text{ mol} \cdot M_B + 3 \text{ mol} \cdot M_E = 13 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} \cdot 22,692$. Az így kapott elegyből **D**-t eltávolítva a maradék gáz-elegyre pedig: $6 \text{ mol} \cdot M_B + 3 \text{ mol} \cdot M_E = 9 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} \cdot 29,000$. Az utóbbi két egyenletet egymásból kivonva kapjuk, hogy $4M_D = 68,0 \text{ g/mol}$, vagyis $M_D = 17,0 \text{ g/mol}$. Ez megfelel az ammónia moláris tömegének, amelyre igaz az is, hogy savas oldatban oldódik. Mivel az ammónia az **A** anyagnak vízzel való reakciója során keletkezett, **A** biztosan tartalmaz nitrogént. A bomlás során keletkező **B** és **C** gáz közül **C** gyakorlatilag nem oldódik vizes oldatokban, ez valószínűleg a N_2 . $M_C = 28,0 \text{ g/mol}$ -t behelyettesítve a relatív sűrűsége felírt egyenletbe M_B értékére $71,0 \text{ g/mol}$ -t kapunk. **B** egy bázisos oldatokban elnyelehető gázt jelöl, ez a Cl_2 , míg **A** ezek alapján az NCl_3 . Az $M_B = 71,0 \text{ g/mol}$ értéket a megfelelő egyenletbe helyettesítve M_E értékére $32,0 \text{ g/mol}$ -t kapunk, tehát **E** gáz az O_2 , amely szintén nem oldódik gyakorlatilag vizes oldatokban.

Az egyes betűk tehát a következő anyagokat jelölik: **A**: NCl_3 , **B**: Cl_2 , **C**: N_2 , **D**: NH_3 , **E**: O_2

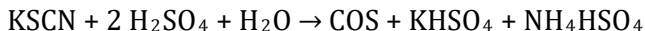
A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,8 pont, hibátlan megoldást összesen 11-en küldtek be. Több megoldó a fenti megoldástól eltérően a tömegmaradás törvényét felhasználva kiszámította az A anyag moláris tömegét és ennek segítségével oldotta meg a feladatot.

(Vörös Tamás)

K407. a) A CO_2 anyagmennyisége az egyetemes gáztörvénnyel kiszámolható, $n_1 = pV/RT = 101,005/8,314 \cdot 298 = 2,04 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$. Ennek tömege $m_1 = 12,2 \text{ mg}$. Vizsgáljuk meg a javasolt töménység két szélsőértékét, ha $c_1 = 3 \text{ mg/dm}^3$ koncentrációjú oldatot szeretnénk előállítani, akkor $V_1 = m_1/c_1 = 4,08 \text{ dm}^3$, ha $c_2 = 12 \text{ mg/dm}^3$, akkor $V_2 = m_1/c_2 = 1,02 \text{ dm}^3$. Tehát az 5 cm^3 -es ampulla $1\text{-}4 \text{ dm}^3$ térfogatú vízhez lenne elég. Egy kényelmes fürdőzéshez számoljunk 120 liter vízzel. Ekkor 120–30-szoros mennyiséget kellene egyben csomagolni, vagyis $600\text{-}150 \text{ cm}^3$ -es ampullában érdemes gondolkodni.

(A megoldást beküldők között voltak zsugoribbak és dőzsölősebbek is, az általuk felhasznált víz mennyisége $50\text{-}800 \text{ liter}$ között változott 😊)

b) A lejátszódó reakció egyenlete:



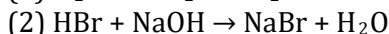
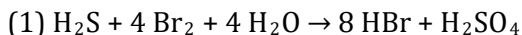
50 cm³ COS anyagmennyisége $n_2 = 2,04 \cdot 10^{-3}$ mol, vele azonos anyagmennyiségű KSCN szükséges kiindulási anyagként, aminek tömege $m_2 = 198$ mg. A szükséges kénsav anyagmennyisége $2n_2 = 4,08 \cdot 10^{-3}$ mol, aminek tömege 0,400 g (35%). A kénsavoldat tömege 1,14 g, térfogata 0,906 cm³.

Hibátlan megoldást küldött be Csaba Dávid és Viczián Dániel.

(Bacsó Zsófia Réka)

K409. a) A feleslegben lévő bróm kiforrálására azért van szükség, mert a bróm oldódik vízben, az oldat savasságát növelné, így torzítaná a mérési eredményt. Mivel nagyobb lenne a fogyás, magasabb kéntartalmat mérnénk. Az indikátor választásánál figyelembe kell venni, hogy erős savat titrálunk erős bázissal, ilyenkor a végpont közelében egy csepp lúg hatására hirtelen ugrik meg a pH. Kb. pH 5-9 között színt váltó indikátorok megfelelő választás lehetnek, úgy, mint a brómtimolkék, fenolftalein.

b) A meghatározás során végbemenő kémiai reakciók:



c) Egy titrálás során a szükséges NaOH anyagmennyisége $n = cV = 0,984 \cdot 9,56 = 9,41$ mmol. Az (1) reakcióegyenletből láthatjuk, hogy 1 mol H₂S reakciójakor 10 mol H⁺ ion keletkezik (ebből 8 mol származik a HBr-ből, 2·1 mol a H₂SO₄-ből). Vagyis a NaOH 20%-a fogy el a kénsavra, ami 1,88 mmol. A (2) reakcióegyenlet szerint ez fele annyi mol kénsavval lép reakcióba, vagyis 0,941 mmol kénsav keletkezett az (1) folyamat során. A kiindulási vízmintában ezzel megegyező anyagmennyiségű H₂S volt megtalálható, aminek tömege $m = 0,941 \cdot 34 = 32,0$ mg. A minta tömegkoncentrációja H₂S-re nézve $c_m = m/V = 32,0/0,1 = 320$ mg/dm³.

Hibátlan megoldást küldött be Csaba Dávid, Csernyák Milán és a Két komponens nevű csapat (Czakó Boróka, Süli Ádám).

(Bacsó Zsófia Réka)

K410. a) Az $1,00 \text{ dm}^3$ -es tartályba bemért NOCl anyagmennyisége $2,30 \text{ g} / 65,5 \text{ g/mol} = 0,0351 \text{ mol}$, azaz a kiindulási koncentráció értéke $0,0351 \text{ mol/dm}^3$. A $2 \text{ NOCl} \rightleftharpoons 2 \text{ NO} + \text{Cl}_2$ egyenlet szerinti 75,4%-os bomlást követően az egyensúlyi koncentrációk a következők lesznek:

$$[\text{NO}] = 0,0351 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,754 = 0,0265 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Cl}_2] = 0,0265 \text{ mol/dm}^3 / 2 = 0,0132 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{NOCl}] = 0,0351 - 0,0265 = 8,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Behelyettesítve a $K = [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2] / [\text{NOCl}]^2$ képletbe a folyamat koncentrációkkal kifejezett egyensúlyi állandójára $0,125 \text{ mol/dm}^3$ adódik. (Az $\text{NOCl} \rightleftharpoons \text{NO} + 0,5 \text{ Cl}_2$ egyenlet szerinti bomlás esetén a megfelelő érték $0,354 (\text{mol/dm}^3)^{1/2}$).

b) A tartály térfogata $1,00 \text{ dm}^3$, ezért az egyensúlyi elegy anyagmennyisége: $(0,0265 + 0,0132 + 8,60 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 0,0483 \text{ mol}$. Az össztömeg továbbra is $2,30 \text{ g}$, vagyis az elegy átlagos moláris tömege $2,30 \text{ g} / 0,0483 \text{ mol} = 47,6 \text{ g/mol}$.

c) Mivel az elegy össztömege változatlan, az átlagos moláris tömeg értéke abban az esetben lesz nagyobb, ha az egyensúly a kevesebb anyagmennyiség irányába, azaz a NOCl felé tolódik el. A megadott képződéshő alapján a $2 \text{ NOCl} \rightleftharpoons 2 \text{ NO} + \text{Cl}_2$ folyamat reakcióhő értéke $2 \cdot 90,3 \text{ kJ/mol} - 2 \cdot 51,7 \text{ kJ/mol} = +77,2 \text{ kJ/mol}$, vagyis a folyamat endoterm a bomlás irányába és exoterm a visszaalakulás irányába. Az új elegyben az átlagos moláris tömeg $50,4 \text{ g/mol}$, vagyis nagyobb, mint a b) részben kapott érték, ezért az egyensúly az NOCl felé tolódott el. Mivel ebbe az irányba a folyamat exoterm, ezért ez a hőmérséklet csökkentésével érhető el, tehát a hőmérséklet alacsonyabb, mint az előző esetben. (Az $\text{NOCl} \rightleftharpoons \text{NO} + 0,5 \text{ Cl}_2$ egyenlet esetén a reakcióhő értéke feleekkora, de ez az eltolódás irányát természetesen nem befolyásolja.)

d) Jelölje x az átalakult NOCl anyagmennyiségét! Ekkor az új egyensúlyi elegyben az egyensúlyi anyagmennyiségek értéke: $x \text{ mol NO}$, $0,5x \text{ mol Cl}_2$ és $(0,0351 - x) \text{ mol NOCl}$, összesen $(0,0351 + 0,5x) \text{ mol}$. Az új elegy átlagos moláris tömegére az alábbi összefüggés írható fel: $(30,0x + 70,9 \cdot 0,5x + 65,45 \cdot (0,0351 - x)) / (0,0351 + 0,5x) = 50,4$, ebből $x = 0,0210 \text{ mol}$. Ez alapján az új egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{NO}]' = 0,0210 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Cl}_2]' = 0,0105 \text{ mol/dm}^3,$$

$$[\text{NOCl}]' = 0,0141 \text{ mol/dm}^3$$

Az átalakulás mértéke: $0,0210 \text{ mol} / 0,0351 \text{ mol} \cdot 100\% = 59,8\%$. Az egyensúlyi állandó képletébe behelyettesítve az új egyensúlyi koncentrációkat $K' = 0,0233 \text{ mol/dm}^3$. (Az $\text{NOCl} \rightleftharpoons \text{NO} + 0,5 \text{ Cl}_2$ egyenlet esetén a megfelelő érték $0,153 \text{ (mol/dm}^3)^{1/2}$).

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,3 pont, hibátlan megoldást összesen 10-en küldtek be. Több megoldónál hiányzott a c) feladat rész indoklása, valamint az egyensúlyi állandók mértékegysége.

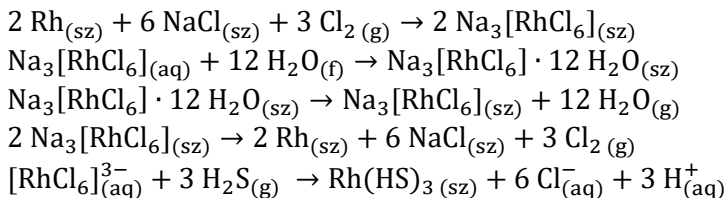
(Vörös Tamás)

K411.* Az elválasztáskor keletkező **A** anyaghoz úgy jutunk el, hogy NaCl-dal keverjük össze a mintát és klórgáz áramában hevítjük, így feltételezhető, hogy egy nátriumot, ródiomot és klórt tartalmazó vegyület keletkezik. Ekkor az összetétel alapján 1 mol ródiom mellett 281,6 g anyag van. Ezt a számítást könnyen elvégezhetjük az alábbi összefüggés alapján $m(\text{egyéb}) = n(\text{Rh}) \cdot M(\text{Rh}) \cdot ((1/w(\text{Rh})) - 1)$, ahol $n(\text{Rh})$ a ródiom anyagmennyisége, $M(\text{Rh})$ a ródiom moláris tömege, $w(\text{Rh})$ pedig a minta tömegszázalékos ródiom tartalma. Ez az érték kerekítési hibán belül megegyezik 3 mol nátrium és 6 mol klór tömegével (281,7 g). Ez alapján az **A** anyag Na_3RhCl_6 tapasztalati képlettel jellemezhető. Mivel a ródiom a *d*-mező féme, így feltételezhető, hogy ez az anyag a ródiom egy klorid-ionokkal alkotott komplexe, a nátriumionok pedig az ellenionok (így az összetételt pontosabban jelöljük, ha $\text{Na}_3[\text{RhCl}_6]$ képlettel írjuk azt le). A következő lépésben az **A** vízben oldása és kristályosítása történt, amely egy az előzőtől eltérő összetételű anyaghoz vezetett. Ebben a fázisban az **A** anyag átkristályosítása történt, ezért feltételezhetjük, hogy csak kristályvíz felvétel ment végbe. A fenti összetétel alapján 1 mol ródiom esetén 216,1 g víz felvétele esetén kaphatunk a **B** anyaggal megegyező ródiom tartalmú kristályvizes vegyületet. Ez 12,01 mol H_2O tömege, így a **B** anyag valószínűleg leírható az $\text{Na}_3[\text{RhCl}_6] \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ képlettel. Ezt az összetételt támasztja alá az is, hogy ha az ilyen összetételű anyag elveszti a kristályvizét, akkor a feladatban szereplő adattal megegyező mértékben csökken a tömege. Tehát a 120°C -on történt hevítés során a kristályvíz távozott el (szárítás). Ezt követően a 650°C fölötti hevítés során az **A** anyag bomlik, melynek egyik terméke a ródiom. Mivel a feladat szövege csak annyit mond a hevítés eredményeként végbemenő reakció termékeiről, hogy alapos vizes mosás után tiszta ródiom por marad vissza, így élhetünk azzal a feltételezéssel, hogy az **A** vegyület keletkezéséhez

vezető reakció játszódik le ellentétes irányban, azaz az $\text{Na}_3[\text{RhCl}_6]$ képlettel leírható vegyület bomlik, míg ródiium, nátrium-klorid és klórgáz keletkezik, amelyek közül a klórgáz a hevítés hatására elillan. Ekkor szilárd termékként a vízben nem oldódó ródiium mellett nátrium-klorid marad vissza. Ennek a por formájú ródiiumtól történő maradéktalan elválasztása történhet vizes mosással, azonban ekkor precíz munkát kell végezni ugyanis a szemcsék felületéről nem feltétlen távolítható el olyan könnyen a társtermék.

A **C** anyagról azt tudjuk, hogy tartalmaz ként, így érdemes lehet megvizsgálni, hogy 1 mol kén mellett hány gramm anyag található. Ez az összetétel alapján 35,31 grammnak adódik. A számolást nagyobb mennyiségű kénre is elvégezve, reális eredményt csak 3 mol kén esetén kapunk. Ekkor a tömegek alapján egy $\text{Rh}(\text{HS})_3$ tapasztalati képletű anyagot kapunk, amely a reakció leírása alapján feltehetően a **C** vegyület.

A feladatban szereplő reakciókat leíró egyenletek:



Az első egyenlet az **A**, a második egyenlet a **B**, az ötödik egyenlet pedig a **C** anyag keletkezését, míg a harmadik egyenlet a **B**, a negyedik egyenlet pedig az **A** anyag bomlását írja le.

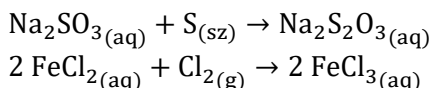
A feladat megoldása során a legnagyobb nehézséget a C anyag azonosítása, illetve az összes egyenlet felírása jelentette. Az átlagpontszám 7,77 lett. Hibátlan megoldást küldött be: Csernyák Milán és Sajósi Benedek.

(Ficsór István Dávid)

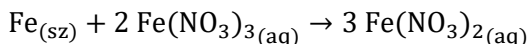
H351. A megfelelő reakciók keresését megelőzően érdemes egy kicsit megvizsgálni azt, hogy a feltételekben szereplő anyagoknak milyen a jellemző viselkedése. Például, ha egy fém reagál, akkor az szinte mindig oxidálódik. Hasonlóképpen, ha egy nemfém reagál, akkor olyan reakciópartnerben érdemes elsősorban gondolkodni, amelyet lehet oxidálni, hiszen a nemfémes elemek többsége erős oxidálószer, bár ezen elemeknél nem olyan egyértelmű a viselkedés, mint a fémeknél. Továbbá fontos azt

is megvizsgálni, hogy a só fogalmát milyen tulajdonságokkal rendelkező anyagok teljesítik. Ehhez a megoldás szerzője a IUPAC Arany könyvében szereplő meghatározást használta (A IUPAC ezen kiadványában szerepelnek a kémiai szaknyelv egyes fogalmainak a IUPAC által ajánlott definíciói. Eredeti címén: IUPAC Compendium of Chemical Terminology Gold Book.). Ez alapján sónak az a vegyület számít, amely kationból és anionból áll. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni azt, hogy nem sok olyan só létezik, amelyben egyszerű ion a kation és annak töltése meghaladná a +4-et, továbbá az ilyen anyagok (legalább +4-es oxidációs számú kationt tartalmazó anyagok) között nem ritka, hogy molekuláris jellegűek, vagy vizes közegben valamilyen részecske koordinál hozzájuk. Ezért ezen anyagokat jelen feladat során célszerű kerülni.

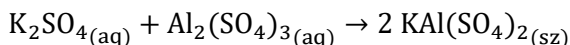
a) Az első feladatrészben egy olyan reakciót kellett keresni, amelyben egy nemfémes elem és egy só reagál. Az ilyen típusú reakcióra az alábbi két reakció lehet példa. Az elsőben szilárd kénport kell nátrium-szulfit vizes oldatában főzni. Míg a második reakció akkor játszódik le, ha klórgázt vezetnek vas(II)-klorid frissen készített vizes oldatába.



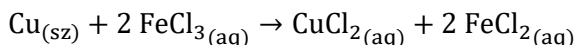
b) A második részben olyan anyagokat kellett keresni, amelyek közül az egyik egy fém, míg a másik egy só és ezek reakciójában egyféle só keletkezik. Az ilyen átalakulásra példa lehet az alábbi, melyben vaspor és vas(III)-nitrát oldat reakciójában vas(II)-nitrát keletkezik.



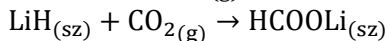
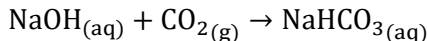
c) A következő reakcióban két só reakciójában kellett keletkeznie egy harmadik sónak. Az ilyen reakcióra lehet példa az alábbi reakció, melyet úgy lehet véghez vinni, hogy a két só sztöchiometrikus mennyiségű oldott anyagot tartalmazó telített vizes oldatait összeöntjük, és a reakciókeveréket lehűtjük. Ekkor a termék kristályosodik ki.



d) Ebben a részben egy fém és só reakciójában kellett két sónak keletkeznie. Erre jó példa az alábbi reakció, mely például akkor játszódik le, amikor tömény vas(III)-klorid oldatot öntünk rézlemezre.

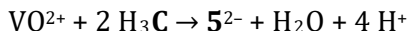
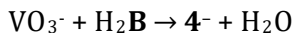
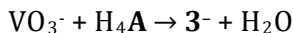
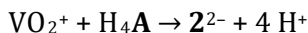
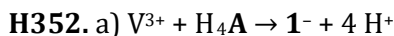


e) Az utolsó feladatban olyan reakcióra kellett példát mutatni, amelyben egy oxid és egy só reakciójában egy só keletkezik. Erre példa lehet az a reakció melyben a NaOH oldatot telítjük szén-dioxiddal és a keletkező nátrium-hidrogén-karbonátot kikristályosítjuk az oldatból. A másik reakció terméke a lítium-formiát, amely 200-250°C-on keletkezik az alább látható egyenlet szerint.



A feladat nem bizonyult sem túl nehéznek, sem túl könnyűnek. A pontszámok átlaga hat és hét közé esett. Kimagaslóan részletes megoldást küldött be Nemeskéri Dániel.

(Ficsór István Dávid)



b) Mind az öt komplex királis. Ezen felül a H_3C ligandum két, metilcsoport mellett elhelyezkedő szénatomja is kiralitáscentrum. A ligandumok eltérő kapcsolódásával járó izomerek bár elképzelhetőek, nem léteznek. (Azonban az ezt is számoló megoldásokat is értékeltük, amennyiben volt hozzá indoklás.)

Így az 1-4 komplexeknek kettő, az 5 komplexnek $2^5=32$ izomere létezhet.

c) Az Edda a skandináv mitológia hőseihez kapcsolódó vers-, ill. prózagyűjtemény. A vanádium nevét Vanadísról (másik nevén Freyja) kapta, aki a skandináv mitológiában többek között a szépség istennője – és szerepel az Eddában. (A fém sokféle színes vegyülete ihlette felfedezőjét, Nils Gabriel Sefström svéd kémikust a névadásra.)

A feladat változatosan sikerült a versenyzőknek, hibátlan megoldás nem volt.

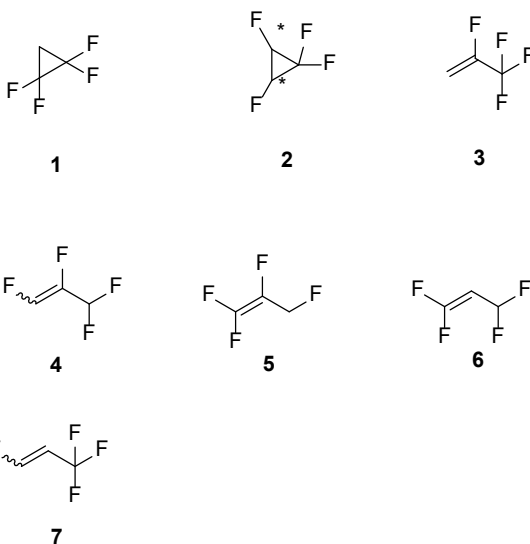
(Forman Ferenc)

H353. a) A halogénezett szénhidrogének mind üvegházhatásúak, mind az ozon bomlását katalizálják, így felelősek az ózonlyukakért.

b) A $C_nH_mF_4$ moláris tömege $12n + m + 4 \cdot 19$, ebből a szén tömegszázalékos aránya

$$\frac{12n}{12n + m + 76} = w = 31,59\%$$

Megvizsgálva a lehetséges n - m párokat, egyedül $n = 3$; $m = 2$ esetén adódik kémiaiag értelmes megoldás, tehát az összegképlet $C_3H_2F_4$. A molekulának az alábbi konstitúciós izomerei vannak:

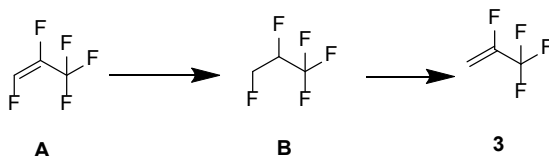


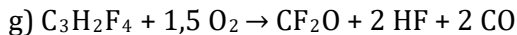
c) Ezek közül a **2**, **4**, **7** molekuláknak vannak sztereoizomerei, tehát a megoldás **1**, **3**, **5** vagy **6** molekulák lehetnek.

d) **3**.

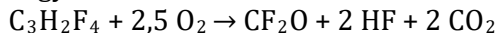
e) Addíció, illetve elimináció.

f)





vagy

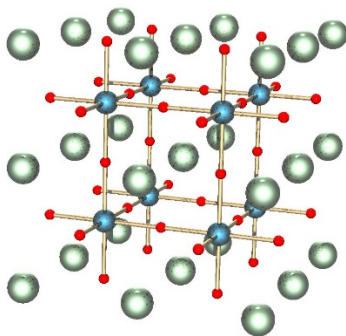


A feladat jól sikerült a versenyzőknek, majdnem mindenki maximális vagy ahhoz közeli pontszámot ért el.

(Forman Ferenc)

H354. a) Magasabb szupravezető hőmérséklet esetén kevesebb energia befektetésével lehet fenntartani az állapotot, így ez előnyösebb.

b) A perovszkit szerkezete az alábbi ábrán látható:



A piros gömbök az oxigént, a fehér az alkáliföldfémeket, míg a kék a titánt jelöli.

(Forrás: Wikimedia Commons)

Az ábrán jól látható, hogy az alkáliföldatomok koordinációs száma 12, és titánatomoké hat. Az anyagok sűrűségét az alábbi egyenlettel lehet kiszámolni, figyelembe véve, hogy az elemi cella sűrűsége jellemzi az egész halmazt, és egy elemi cellában egy formulának megfelelő számú atom van:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{M/N_A}{V} = \frac{M}{N_A \cdot a^3}$$

A számokat behelyettesítve CaTiO_3 esetén $3,994 \text{ g/cm}^3$, SrTiO_3 esetén $4,833 \text{ g/cm}^3$ -nek adódik.

c) A rétegszám $60 \text{ min/h} \cdot 0,5 \text{ UC/min} \cdot 1 \text{ h} = 30 \text{ UC}$

A FeSe rácsállandója b , az alábbi módon számítható:

$$\rho = \frac{M(\text{FeSe})}{N_A \cdot b^3}$$

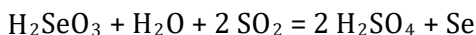
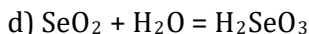
$$b = \sqrt[3]{\frac{M(\text{FeSe})}{N_A \cdot \rho}} = 3,62 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Tehát a szubsztrát felületén

$$N = \frac{1 \text{ mm}^2}{(3,62 \cdot 10^{-10})^2} \cdot 30 = 2,29 \cdot 10^{14}$$

elemi cella rakódik le, aminek a tömege

$$m = N \cdot \frac{M}{N_A} = 5,15 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$$



A feladat jól sikerült a versenyzőknek, majdnem mindenki maximális vagy ahhoz közeli pontszámot ért el. Leggyakoribb hiba a c) pont túlgondolása volt, ahol a feladatban jelzett primitív cella helyett többen az α -FeSe szerkezetével számoltak.

(Forman Ferenc)

H355. Az orosz feladat kitűzésével sok fejfájást okoztunk megoldóinknak. Kevés elégtétel nekik, hogy később a javítóknak és a szerkesztőknek is ugyanígy komoly nehézségeket okozott a feladat. Nem találtunk más igazságos megoldást, mint hogy a feladatot töröljük a pontversenyből. Elnézést kérünk!

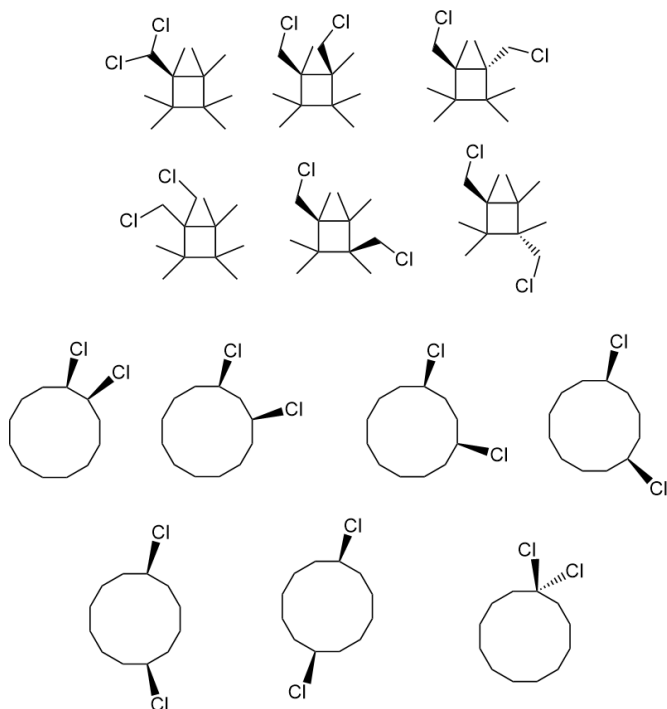
A feladat végül is két olyan, egy-egy gyűrűt tartalmazó izomer szénhidrogént keresett, amely nagyon szimmetrikus, hisz csak egy monoklórszármaazéka van. A különbség a diklórszármaazékok számában kellett, hogy legyen. Az egyik szénhidrogénnek hat, a másiknak hét ilyen lenne, ha nem számítjuk az optikai izomereket. Az eredeti feladat megoldását az ábra mutatja. A ciklododekánnak lenne ez szerint 7 diklórszármaazéka, az oktametil-ciklobutánnak pedig 6.

Ez a megoldás viszont az optikai izoméria téves értelmezésén alapul. A diklór-ciklododekánnak valóban 7 db szerkezeti izomerét tudjuk felírni, ezeket mutatja az ábra. Ezek közül az 1,1-diklórszármaazék kivételével

mindegyiknek léteznek sztereoisomerei is. Tekinthesük a klóratomok gyűrű síkjához viszonyított helyzetét, így mind a hat szerkezeti izomernak létezik cisz és transz változata, és ezeken belül a legtöbb transz izomer nem hozható fedésbe a tükörképével, az optikai izomerével vagy más néven enantiomerével. Ez utóbbi tekintetében a transz 1,7-diklórszármazék kivétel, az a tükörképével azonos.

Másként megközelítve öt szerkezeti izomerben két-két kiralitáscentrum van, de a lehetséges 4 sztereoisomerekből 2 egybeesik, mert esetükben a molekulának van tükörsíkja. Az 1,7 származékban tulajdonképpen nincsenek kiralitáscentrumok, de a gyűrűhöz viszonyított helyzetek miatt van két sztereoisomer.

Összesítve tehát a diklórszármazékoknak 7 szerkezeti izomere, 18 sztereoisomere, és az optikai izomereket nem számítva 13 sztereoisomere van.



Az oktametil-ciklobután esetében hat izomer diklórszármazékot csak akkor tudunk leszámolni, ha bizonyos sztereoisomereket is eltérőnek

veszünk. Ugyanis valódi szerkezeti izomerből, eltérő kapcsolódási sorrendű molekulából csak 4 db van. Ezek közül kettőnek (1,1 helyzetben két klórmetilcsoportot, illetve a diklórmetil csoportot tartalmazónak) nincs sztereoisomerje. Az 1,2 helyzetben két klórmetil csoportot tartalmazó konstitúciónak viszont ismét 3-3 sztereoisomerje létezik, amelyekből 2 enantiomer pár. Az 1,3 helyzetben levő klórmetil csoportok esetén cisz-transz izomerek léteznek, de ezek a szerkezetek szimmetrikusak, nincsenek optikai izomerjeik.

Tehát a diklórszármazékokból 4 szerkezeti izomer, 7 sztereoisomer, és az optikai izomereket nem külön számítva 6 sztereoisomer (ezt mutatja az ábra) létezik. Tehát ugyanolyan szabályokkal a hatos és hetes izomerszámot nem kaphatjuk meg.

A megoldók közül nem kevesen voltak, akit a feladat korlátai a szerzők téves útjára tereltek, de volt, aki megmutatta, hogy nem létezhet korrekt megoldás, és olyan is, aki nem tudott továbblépni, ahol lehetetlen volt. Korrekt értékelésre így tényleg nem volt mód. Még egyszer elnézést kérünk. Köszönjük Szobota András segítségét a probléma elemzésében.

(Magyarfalvi Gábor)

H357. a) A három mérésből megállapítható, hogy a minta fényelnyelése egyenesen arányos annak koncentrációjával és a fényút hosszával.

A feladat megoldásához a Lambert-Beer törvényt is használhatjuk:

$$A = \epsilon c l$$

ahol A az abszorbancia (fényelnyelés), ϵ a moláris abszorpciós koefficiens (anyagi minőséghez tartozó állandó, $\text{dm}^3/\text{mol}\cdot\text{cm}$), c a koncentráció (mol/dm^3), l pedig a fényút cm -ben kifejezve.

A festék moláris abszorpciós koefficiense mindhárom esetben kiszámolható, $130 \text{ dm}^3/\text{mol}\cdot\text{cm}$ -nek adódik.

$$\epsilon = A_{x1}/c_{x1}l_{x1} = 1,3/0,01 \cdot 1 = 130 \text{ dm}^3/\text{mol}\cdot\text{cm}$$

X oldatot 20-szorosára hígítva az oldat koncentrációja $5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, fényelnyelése pedig $A_{x2} = \epsilon c_{x2} l_{x2} = 130 \cdot 0,0005 \cdot 5 = 0,325$

b) Az elkészített oldatoknál megfigyelhető, hogy a bemért fenol mennyisége (illetve a belőle képződő komplex koncentrációja) és a mért abszorbancia érték egyenes arányosságban áll egymással. A vizsgált, hígított oldatok fenol koncentrációja az alábbi képlettel számíthatók ki:

$$c = m/MV \cdot \text{hígítás}$$

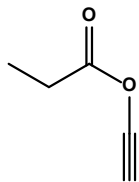
A legnagyobb bemért fenol mennyiségnél ez $c_1 = 0,1/94 \cdot 0,1 \cdot 10 = 1,06 \cdot 10^{-3}$ M, a többi esetben pedig $c_2 = 5,32 \cdot 10^{-4}$ M, $c_3 = 2,66 \cdot 10^{-4}$ M, $c_4 = 2,13 \cdot 10^{-4}$ M. A hozzájuk tartozó extinciókoefficiensek rendre $\varepsilon_1 = 1457 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot \text{cm}$, $\varepsilon_2 = 1466,4 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot \text{cm}$, $\varepsilon_3 = 1466,4 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot \text{cm}$, $\varepsilon_4 = 1457 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot \text{cm}$, ezek átlaga pedig $\varepsilon_{\text{átl}} = 1461,7 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot \text{cm}$. Az ismeretlen B oldat koncentrációja

$$c_B = 10(A_B/\varepsilon_{\text{átl}} \cdot l) = 10(0,73/1461,7 \cdot 1) = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ M.}$$

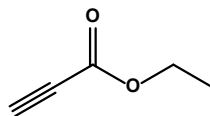
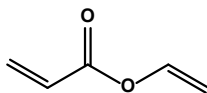
A hígított minták koncentrációi és a mért fényelnyelés értékek közötti összefüggés ábrázolható egy grafikonon is, a mérési pontokra egyenest tudunk illeszteni. Az egyenes egyenlete $A = 1455,8c + 0,0025$, amivel a mérési tartományon belül bármilyen abszorbancia értékhez kiszámíthatjuk a mérési koncentrációt.

(Bacsó Zsófia Réka)

H359. Az észtercsoport (-COO-) hozzájárulása a molekulatömeghez 44 g/mol. A maradék 56 g/mol összesen 4 C és 8 H atomot enged még meg maximum. Az egyetlen eset, amikor a hidrolízis terméke lúgos vízzel tovább reagál az, ha a karbonsav „etinil-alkohollal” van észteresítve. Ez esetben a keletkező alkohol rögtön keténné tautomerizálódik (ketén-inol tautóméria), ami a lúgos vízzel azonnal reagál, ecetsavat eredményezve (illetve deprotonálás után acetátot). További kettőskötést a karbonsavra nem lehet helyezni, hisz a többi izomerben nem maradna két különböző elrendezés. Egyik megoldás (B észter) tehát az acetilén-propionát. Mivel a hidrogénezés ugyanakkor minden esetben ugyanazt a terméket adja (ezek szerint X=etil-propionát), a másik két megfejtés pedig B-nek telítetlenséget tekintve regioizomere, a vinil-akrilát, illetve az etil-propiolát.



B észter



A és C észterek

A hat szappanosítási termék tehát a propionsav, az ecetsav, az akrilsav, az (A-ból keletkező vinil-alkohol tautomerizációjából keletkező) acetaldehid, a propinsav és az etanol. Láthatóan tehát 2 és 3 szénatomos csoportra bonthatók. Több jó megoldás is létezik a teljes szintézishálóra, de induljunk etanoltól. Ennek acetaldehiddé és ecetsavvá oxidálása piridinium-klórkromát, illetve krómkénsav segítségével nem nehéz feladat. Foszfor-tribromid hatására etil-bromid képződik belőle, amely magnézium hozzáadásával a megfelelő etilmagnézium-bromid (Grignard-) reagenssé alakul és szén-dioxiddal reagáltatva propionsav keletkezik. Ennek foszfor-tribromid és bróm segítségével (Hell-Volhard-Zelinszkij-reakció) alfa-helyzetben történő brómozása, majd a beépített bróm eliminációja akrilsavat eredményez. Elvileg a kétszeres brómozás és elimináció pedig propiolsavat, bár erre irodalmi példa nem található. Tisztább megoldás talán az akrilsav brómmal való telítése, amiből szintén kettős eliminációval kapjuk a propiolsavat.

A feladat igen nehéznek bizonyult, egyedül Nemeskéri Dániel és Papp Marcell Imre küldött be teljes értékű megoldást, közülük is utóbbinak külön köszönöm a szintézisek rendhagyó megközelítését. Fel kell hívnom a figyelmet, hogy sokszor a szintézisekre sem tudtam több helyen részpontot adni, mert egyszerűen nem létező, irreális reakciókat írtatok fel (például alkin sót tartalmazó éter savas hidrolízise), erre figyeljetelek.

(Szobota András)

KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Itt a 2021/2022-as tanév utolsó fordulója. Szervetlen és szerves kémia, arzén és kámfor most egyaránt terítékre kerül. Az e lapszámban közölt idézetekhez kapcsolódó megoldásokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon keresztül küldhetitek be.

Beküldési határidő: 2022. április 7.

Az új feladatok kitűzése után a 2021. évi 5. számban szereplő feladatokhoz kapcsolódó kérdések megoldásai olvashatóak javítási és ismeretterjesztő szándékkal.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

9. idézet: az arzén (14 pont)

„Susan kiugrott az ágyból, magára kapta hálóköntösét és kilépett a szobából. A folyosón egy pillanatra megállt, majd halkán kopogtatott Gilchrist kisasszony ajtaján és belépett. A szobában égett a lámpa. Gilchrist kisasszony egyenesen ült az ágyában. Arca ijesztő volt ... mintha szörnyű fájdalom kínozná.

– Gilchrist kisasszony, mi van magával? Beteg?

– Igen, nem tudom, mi van ... én ... – megpróbált felkelni, de borzasztó görcsökben visszahanyatlott párnájára.

– Hívja fel az orvost ... kérem ... mormogta. – Úgy látszik, valami rosszat ettem ... [...]

Gilchrist kisasszony vonaglott, hányt, verejték verte ki. [...]

A doktor [...] kocsija tíz perc múlva már a bejárat előtt fékezett. Susan le-sietett, hogy ajtót nyisson. Miközben felvezette az orvost, gyorsan el-mondta, hogy mi történt.

– Azt hiszem, valamit ehetett, amitől rosszul van, doktor úr.

Az orvos fegyelmezett ember volt; némi gyakorlattal rendelkezett abban, hogy éjszaka indokolatlanul szokták kiráncigálni az ágyából. De amint Gilchrist kisasszonyra pillantott, modora megváltozott.”

(Agatha Christie: Temetni veszélyes [1953] – Kovács György fordítása)

Kérdések:

- a) Amint néhány oldallal később kiderül, Gilchrist kisasszony arzénmérgezés áldozata lett. Ugyanakkor maga az elemi arzén nem is annyira mérgező, szervesetlen vegyületei annál inkább. Melyik vegyületét árulták a 19. században patkányméregként? (Bizonyosan a regényben is ez szerepel.)
- b) Ugyanez a vegyület a mai napig orvosságként is használatos. (Tudjuk: a mérge és a gyógyszer csak az alkalmazott dózisban különbözik.) Mi a készítmény neve és milyen betegség esetén alkalmazzák?
- c) Agatha Christie orvosi szemmel nézve is elég pontosan írta le az arzénmérgezés tüneteit. Hogy került a szükséges tudás birtokába?

Létezik egy analitikai kémiai eljárás, amellyel egy törvényszéki eljárás során bizonyítható, tartalmaz-e egy minta arzént. Pozitív esetben arzéntűkőr keletkezik.

- d) Mi az eljárás neve? Írd le röviden, hogyan kell végezni! Add meg az arzéntűkőr képződésének reakcióegyenletét!

Az arzént kozmetikai szerekben is alkalmazták, ugyanis kis mennyiségben a nőket gömbölyűbbé, a férfiakat pedig zömökebbé tette.

- e) Mi ennek a biológiai oka?

Hagyomány, hogy a nagy divatházak nemigen készítenek zöld női ruhákat. Ennek történelmi oka is összefügg az arzénnel, ugyanis az egyik korai mesterségesen előállított, majd a 19. században népszerűvé vált zöld kelmefesték réz- és arzéntartalmú volt. Egyes esetekben varrónők haltak meg emiatt, más alkalommal maguk a dámák is. Ugyanakkor a művészek szerették a zöldnek ezt az árnyalatát, mert kék és sárga keverésével nem volt előállítható.



Arzénkeringő (1862. évi brit karikatúra)

- f) Mi a szóban forgó pigmentanyag neve és képlete?
 g) Add meg (legalább) egy konkrét festmény címét, amelyen látható ez a fajta zöld! Nevezd meg a festőt is!

(Keglevich Kristóf)

10. idézet: a kámfor (16 pont)

„Olvasott vagy heverészett, aztán átment a szalonba, melyben mindig pár fokkal hidegebb volt a levegő, minthogy északnak feküdt és sohasem lehetett egészen átfűteni. Felesége itt szokott ülni, sállal a nyakán, a zongora mellett. Erős kámforszag terjengett, még évekkel ezelőtt tették a kámfort a zongorába, hogy a molyok ne rongálják meg a zongorakalapácsokat, azóta se lehetett kiszellőztetni. Ez az illat – valami józan és különös tömjén – templomias jelleget adott a szalonnak. Feketén és némán nyújtózkodott a zongora.”

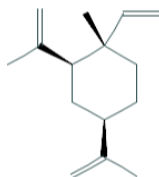
(Kosztolányi Dezső: Béla, a buta [1920])

Kérdések:

- a) Milyen funkciós csoport van a kámformolekulában? Milyen halmazállapotú tiszta állapotában?
 b) Honnan eredhet az „elillant, mint a kámfor” kifejezés?
 c) Milyen másik szerves vegyületet ismersz, amit régen molyirtásra használtak? Rajzold fel a szerkezeti képletét! A szénhidrogének mely csoportjába soroljuk ezt a vegyületet kötésrendszere alapján?

- d) A tömjén jellegzetes erős illatát a benne lévő illóolajoknak köszönheti, mint például az 1-izopropil-4-metilbenzol. Mi az 1-izopropil-4-metilbenzol szerkezeti képlete és mennyi a moláris tömege?

A tömjénben lévő illóolajok közé tartozik a béta-elemén is.



- e) Királis-e a béta-elemén és az 1-izopropil-4-metilbenzol? Ha igen, jelöld a kiralitáscentrumokat, ha nem, indokold meg, miért!
- f) Az izoprénvázas vegyületek mely típusába tartozik a béta-elemén és az 1-izopropil-4-metilbenzol?
- g) Az 1-izopropil-4-metilbenzolt gyakran használják a kozmetikai iparban citrusos illata miatt. Egy kézkrém összetevői között is szerepel ez az illatanyag. Tudjuk, hogy a krémet 50 ml-es téglyben árulják, és a krém sűrűsége 0,86 g/cm³. Mekkora tömegű 1-izopropil-4-metilbenzolt tartalmaz a kézkrém, ha 0,0078 tömegszázalékos rá nézve?
- h) Az 1-izopropil-4-metilbenzoból 254 mikrogramm szívódik fel 1 cm² bőrfelületen 1 óra alatt. Mennyi 1-izopropil-4-metilbenzol szívódik fel egy ember bőrén keresztül 10 perc alatt, ha 2,5 g kézkrémmel keni be 380 cm² felületű kezeit és feltételezzük, hogy az 1-izopropil-4-metilbenzol felszívódása egyenletes?

(Szörényi Sára)

*

A 2021/5. számban kitűzött feladatok megoldása

4. feladat: a szénszesz és egyéb szeszek (11 pont)

A 19. századi magyarban a **szénszesz** szó a szén-dioxidot (CO₂) és az ezzel akkor azonosnak tekintett szénsavat jelentette. A szesz szó mai értelme: illékony és gyúlékony alkohol. Ilyen pl. – a vegyületek köréből – a **faszesz** (CH₃OH) és a **borszesz** (CH₃CH₂OH), azonkívül a **denaturált**

szesz is (ami keverék). A **szalmiákszesz** név a mai napig fönmaradt, ám nem tartalmaz alkoholt, hanem az ammónia (NH_3) vizes oldata.

Régen **légszesz**nek hívták a feketekőszén száraz lepárlásával előállított világítógázt vagy városi gázt, azaz a hidrogén (H_2), a szén-monoxid (CO), a metán (CH_4) és egyéb szénhidrogének keverékét, amely az előállítás módjából következően nitrogént (N_2) és szén-dioxidot (CO_2) is tartalmazhatott. A légszeszt a 19. század közepétől a 20. század közepéig használták a városi közvilágításban (gázlámpa).

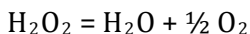
Mi volt tehát a „szesz” szó eredeti jelentése? Minden fenti „szesz” kapcsolatba hozható egy illékony folyadék párolgásával, illetve a légszesz a fa száraz lepárlásával. A vélelmezhető „pára, gőzölgés, légneművé váló anyag” jelentés alátámasztható *A magyar nyelv történeti-etimológiai szótára* című kézikönyv (III. kötet 745. o.) adataival, amelyek szerint a bizonytalan eredetű, talán ótörök jövevényszó „szesz” alapjelentése „gőz, pára, szag” lehetett.

Az agyag szilikátásványok víztartalmú keveréke; savas közegben nem pezseg. Sav hatására a karbonátásványokból képződik szén-dioxid, pl. a mészkőből (CaCO_3). Illetőleg említhetjük a márgát – elsősorban mészkő (esetleg dolomit) és agyag keverékéből álló üledékes kőzet –, ami karbonáttartalma miatt szintén gázképződés közben reagál a sósavval.

5. feladat: Sherlock Holmes többféle színűre mart ujja (19 pont)

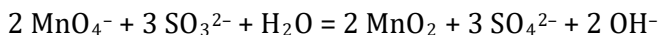
A bőrön a **salétromsav** hagy jellegzetes sárga foltot. A **xantoprotein-próba** a fehérjék aromás oldalláncú aminosavait mutatja ki, elsősorban a tirozint és a triptofánt. (Ezekon kívül a fenilalanin és a hisztidin is tartalmaz aromás gyűrűt.) A tirozin és a triptofán fontos szerepet játszik a tojásfehérjében megtalálható albumin felépítésében, a fenilalanin természetes forrásai pl. a tojás, tejtermékek, banán, mandula, hering. A hisztidin is a tejben (kazein), a tojásfehérjében és a keratinban fordul elő.

Ha a bőrre **hidrogén-peroxid** kerül, fehér foltot okoz. Kereskedelmi forgalomban a hidrogén-peroxid 3 és 35 $m/m\%$ közötti töménységű oldata kapható. Mivel robbanóanyag-prekurzor, 30–35 $m/m\%$ -os oldata vásárlásakor már vásárlói nyilatkozatot kell kitölteni. Efölött az anyag igen bomlékony, és mivel az egyik reakciótermék gáz, robbanásveszélyes is.

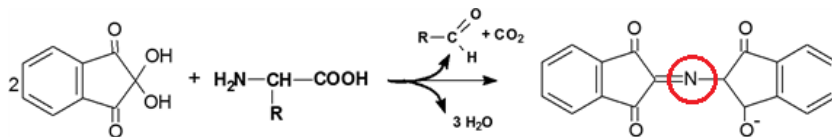


A bomlást a legkülönbözőbb anyagok katalizálják. Nagyon fölgyorsítja pl. a barnakőpor (MnO_2) és a kálium-jodid (KI). Előbbi az oxigén laboratóriumi előállításánál, utóbbi az elefántfogkrém-kísérletben játszik szerepet. Lassabb bomlást eredményez pl. a hajszőkítés segédanyagaként használt ammónia (NH_3).

A lila színű **kálium-permanganát-oldat** barna foltot hagy a bőrön (ruhán, papíron). A permanganácion redukciója során a barnás mangán(IV)-oxid képződik. Hasonló reakció játszódik le nátrium-szulfit hatására is semleges közegben:



Egy szintelen szerves anyag, a **ninhidrin** jellegzetes lilás-pink elszíneződést hagy a bőrön, mely nem mosható le. Alkoholos oldatát szétpermetezve ujlenyomatok is láthatóvá tehetőek. A ninhidrin-reakció igen csekély mennyiségű aminosav kimutatására alkalmas (Siegfried Ruhemann, 1909), a mechanizmusa elég bonyolult. A ninhidrinből a bőrfehérjék aminosavai hatására a következő ibolyaszín festékmolekula keletkezik.



A Ruhemann-bíornak nevezett (valójában lila színű) anyag molekulájának képletén be van karikázva az aminosavból származó molekularészlet, azaz egyetlen nitrogénatom.

A kézen a **nikotin** is sárgás foltot hagy, ezért szívták régen szipkából a cigarettát. (Sőt, a nikotin fel is tud szívódni bőrön keresztül.) A dohányzás köztudott és a bőrre nézve legkárosabb mellékhatása a vérerek szűkítése. Emiatt a sejtek nehezebben jutnak oxigénhez. Így nehézkesen jutnak el a külső rétegekig a vitaminok, az ásványi anyagok. Ezenkívül a dohányzás szabad gyökök képződéséhez vezet, amelyek igen reaktívak lévén megtámadják az egészséges sejteket. Ez a folyamat az öregedéshez hasonló. Harmadrészt a nikotin semlegesítéséhez a szervezet C-vitamint használ el, ami az irharéteget felépítő kollagén szintéziséhez is szükséges lenne. A kollagén hiánya miatt a bőr hamarabb megereszkedik.

Horváth Lilla és Tóth Miklós hibátlan megoldást küldött be. Rajtuk kívül is a mezőny fele 80% fölötti eredményt produkált a második forduló során. A pontszámok a következők:

		4.	5.	Σ
1.	Bakos Tamás (10.) SZTE Gyakorló Gim. és Ált. Isk., Szeged	6	6	12
2.	Bodor Boldizsár (9.) Kecskeméti Református Gimnázium	8	10	18
3.	Guzmits Helga (10.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	10	15,5	25,5
4.	Halwax Kinga (10.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	10	16	26
5.	Horváth Lilla (12.) Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	11	19	30
6.	Kiss Emma, Papp Marcell Imre (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	9	18,5	27,5
7.	Lelkes Máté (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	11	17	28
8.	Lorencz Hanna (9.) Csokonai Vitéz Mihály Gimn., Debrecen	8	8	16
9.	Pödör Réka Anna (9.) Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	7,5	12	19,5
10.	Szabó Fanni Mariann (10.) Csokonai Vitéz Mihály Gim., Debrecen	7,5	14	21,5
11.	Tóth Miklós (11.) Szent Bazil Oktatási Közp., Hajdúdorog	11	19	30
12.	Viczkó Csaba Péter (9.) ELTE Apáczai Csere János Gyak.gimn., Bp.	10	18,5	28,5
13.	Vörös Angéla (10.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	10	18	28

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Biokraftstoffe 2

An der Schwelle zur zweiten Generation: Alkohol

Derzeit ist der **Marktanteil der einzelnen Biokraftstoffe** wesentlich von der **Innovationstiefe** der Herstellverfahren abhängig. An der Schwelle zur zweiten Generation stehen die **Verfahren zur Alkoholgewinnung**.

Wie wird Bioethanol hergestellt?

Bioethanol wird durch **alkoholische Gärung** und anschließende Destillation und Absolutierung aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Dafür kommen grundsätzlich drei Arten von Pflanzen in Frage:

- **Stärkehaltige** Pflanzen: Weizen, Roggen, Mais, Kartoffeln
- **Zuckerhaltige** Pflanzen: Zuckerrüben, Zuckerrohr
- **Zellulosehaltige** Pflanzen: Holz, Stroh

Die **Verfahrenstechnik** für Bioethanol aus zellulosehaltigen Rohstoffen befindet sich allerdings noch in der **Entwicklungsphase**. Deutsche Bioethanolproduzenten nutzen hauptsächlich Getreide und Zuckerrüben.

Ausgangsstoff für Bioethanol sind die in Pflanzen enthaltenen **Kohlenhydrate** (Zucker), die **mit Hilfe von Enzymen und Hefepilzen zu Alkohol vergären**. Der Gärprozess ist dann abgeschlossen, wenn

entweder der Zucker verbraucht oder eine maximale Alkoholkonzentration erreicht ist. Der entstehende **Ethylalkohol** (chemische Formel: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) wird **durch Destillation abgetrennt**.

Um den Alkohol als Kraftstoff verwenden zu können, folgt anschließend die **Absolutierung**. Dabei **wird dem Alkohol Wasser entzogen**, sodass am Ende Bioethanol mit einem **Reinheitsgrad von über 99 Prozent** entsteht.

Bei diesem Herstellungsprozess fällt als Destillationsrückstand ein wichtiges Koppelprodukt an: die Schlempe. Sie findet in getrockneter Form hauptsächlich als **eiweißhaltiges Futtermittel** Verwendung, kann aber auch direkt als Substrat in Biogasanlagen eingesetzt werden, um daraus weitere Energie zu gewinnen.

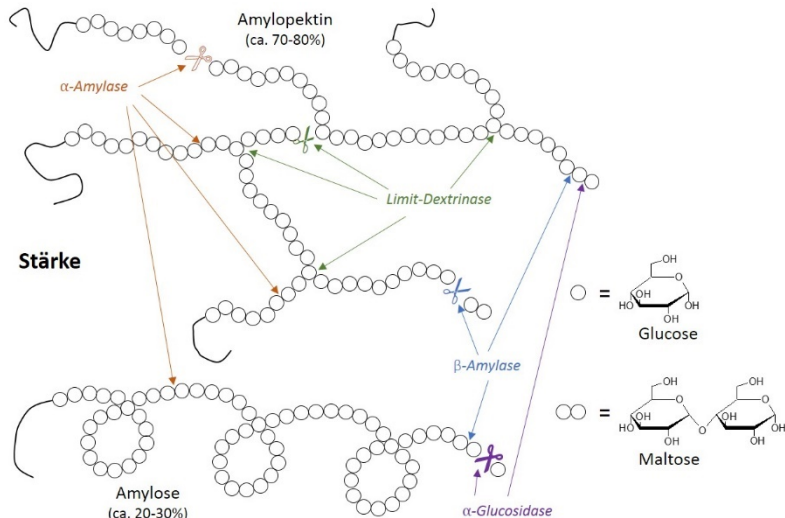
Prozess

Für stärke- und zuckerhaltige Rohstoffe unterscheidet sich der Produktionsprozess zu Beginn. Eine Mühle **zerkleinert** zunächst das stärkehaltige Getreide. Die **chemische Umwandlung** von Stärke in Zucker gelingt damit im nächsten Schritt leichter: Die zerkleinerten Rohstoffe werden beim **Maischen** unter Zugabe von Wasser und **Verzuckerungsenzymen** erhitzt. Die zuckerhaltige Maische kann nun unter Zugabe von Hefe im Fermenter der Bioethanolanlage vergoren werden.

Bei der Herstellung von Zucker fallen zuckerhaltige Säfte an. Diese können für die Bioethanolproduktion direkt im Fermenter der Bioethanolanlage vergoren werden.

1. Gewinnung des Zuckers aus

- Getreide: mechanische Zerkleinerung der Körner, Zugabe von Wasser und Enzymen. **Stärke wird enzymatisch zu Glucose abgebaut**.



Abbau von Stärke

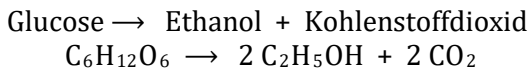
Die Temperaturoptimum liegt zwischen 63 °C und 65 °C,
die Einwirkzeit bei 30–60 Minuten.

- **Zuckerrüben:** Einweichen geschnittener Rüben in heißem Wasser, **Trennung des zuckerhaltigen Wassers von festen Bestandteilen**
- **Stroh, biogenen Abfällen und Reststoffen:** thermische Vorbehandlung der zerkleinerten Biomasse, Zugabe optimierter Enzyme zur **Spaltung von Zellulose** und Hemizellulose **in Zuckereinheiten**

2. Alkoholische Gärung (Fermentation)

Zuckerhaltige Gemische werden durch Hefen oder durch spezielle Mikroorganismen **zu Ethanol und Kohlenstoffdioxid** umgewandelt.

Reaktionsgleichung:



3. Destillation, Rektifikation, Entwässerung - Trennung des Ethanol-Wasser-Gemisches

Nach dem Gärprozess werden durch eine erste Destillation ein schwer trennbares **Ethanol-Wasser-Gemisch (Azeotrop)** und ein vom Alkohol befreiter Rückstand voneinander getrennt. Es folgen **weitere**

Destillationsschritte zur Konzentrierung und Reinigung des Alkohols (**Rektifikation**). Abschließend wird dem Bioethanol das **Wasser** fast **komplett entzogen**. Dafür wird es mit einem Molekularsieb getrocknet, bis ein **Reinheitsgrad** zwischen 99,5 und 99,9 Prozent erreicht ist.

So aufbereitet, kann Bioethanol dann als fünf- (E5) oder **zehnprozentige (E10) Beimischung zu Benzin** angeboten werden. In dafür geeigneten Fahrzeugen kann es aber auch als E85-Kraftstoff eingesetzt werden, d.h. das Kraftstoffgemisch besteht zu 85 Prozent aus Bioethanol und 15 Prozent fossilem Ottokraftstoff.

Rückblick

Die Herstellung von neutralem Grundalkohol durch Destillation von Rohspiritus war in Deutschland um das Jahr 1850 technisch ausgereift. 1860 verwendete Nikolaus August **Otto** in den **Prototypen seines Verbrennungsmotors Ethanol als Kraftstoff**. Auch **Henry Ford** glaubte an Ethanol als Kraftstoff der Zukunft und konzipierte rund 50 Jahre später sein legendäres **T-Modell mit Ethanolantrieb**. **Ethanol** wurde schon immer zu unterschiedlichen hohen Anteilen **dem Benzin beigemischt**. Ab 1925 "Monopolin" und "Albizol" (E25) handelsüblich waren, ab 1932 E10 die alkoholärmste zulässige Qualität war. Im 2. Weltkrieg war das Nordbenzin **bleifreies E13**. 1968 startete die Marke "Aral" Werbung für E15.

Beim Herstellungsprozess anfallendes **Kohlendioxid** findet **gereinigt und verflüssigt** Anwendung in der **Getränke- und Lebensmittelproduktion**. Reststoffe wie Fuselöle und **Aldehyde** werden in der **Kunststoffindustrie**, bei der **Parfümherstellung** oder in der **pharmazeutischen Industrie** genutzt.

Der **bei der Destillation verbliebene Rückstand**, auch Schlempe genannt, ist ein **nährstoffreiches** Koppelprodukt und kann weiter verwendet werden. Wird Schlempe entwässert, getrocknet und pelletiert, kann sie als hochwertiges **Futtermittel** genutzt werden. Alternativ kann die Schlempe auch **im Fermenter** einer Biogasanlage **vergoren** werden. Das dabei entstehende **Biogas** lässt sich durch Verbrennen in einem Blockheiz**kraftwerk** in Strom und Wärme umwandeln oder zu Biomethan aufbereiten, das ins Erdgasnetz eingespeist wird.

Biodünger

Die **mineralischen Bestandteile** der Pflanzen **bleiben** bei der Bioethanolherstellung **erhalten** und werden als **Düngemittel** der Landwirtschaft wieder zugeführt. Durch diesen **Kreislauf** kann der **Einsatz von synthetischem Dünger** erheblich **reduziert** werden:

Zuckerrübenvinasse

Der Chemiker **Justus von Liebig** empfahl bereits vor über 150 Jahren den Einsatz von Vinasse **aus der Alkoholherstellung** im Ackerbau. Die enthaltenen **Mineralstoffe**, besonders **Stickstoff** und **Kalium**, machen Zuckerrübenvinasse zu einem wertvollen Düngemittel.

Rückstände aus der Gärung

Bei der **Gewinnung von Biomethan** aus den Reststoffen der Bioethanolproduktion bleibt ein so genannter **Gärrest** zurück. Es entstehen verschiedene Düngemittel wie **Ammoniumsulfatlösung**, **Phosphat und Kalium**.

Forrás:

<https://www.faz.net/aktuell/wissen/klima/treibstoffe-aus-biomasse-vom-acker-in-den-tank-1409234.html>

<https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/wie-wird-bioethanol-hergestellt>

<https://www.whiskyguide-schweiz.ch/wie-aus-staerke-zucker-wird/grafik-1-staerkeabbau/>

<https://www.bdbe.de/bio-ethanol-2019/24/>

<https://www.bdbe.de/bioethanol/verfahren>

<https://www.bdbe.de/wirtschaft/biomethan-und-bioduenger>

Beküldési (beérkezési) határidő: 2022. április 7.

A megoldásokat a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon át vagy postán küldhetitek be. A levélben küldött megoldásokat is feltétlenül kérjük a honlapon regisztrálni, mielőtt az alábbi címre feladjátok:

KÖKÉL német fordítási verseny

ELTE TTK Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A kézzel írók (is) mindenképpen hagyjanak a **lap mindkét szélén legalább 1-1 cm margót** (a pontoknak). **Minden lap tetején** szerepeljen a **beküldő neve, osztálya**, valamint **iskolájának neve**. Postai beküldés esetén a lapokat kérem **összetűzni!** Mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címzésre!

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Előszóban

A következő feladatban az ecetsav ipari előállítási lehetőségeit ismerjük meg. Érdeemes közelebbről megvizsgálni a felhasznált cikket:

Production Pathways of Acetic Acid and Its Versatile Applications in the Food Industry

WRITTEN BY Gunjan Deshmukh and Haresh Manyar

Submitted: November 28th, 2019

Reviewed: March 27th, 2020

Published: May 15th, 2020

DOI: 10.5772/intechopen.92289

Accessible through <https://www.intechopen.com/chapters/72179>

Tehát az IntechOpen a benyújtott cikket felülvizsgálta, majd azt követően publikálta. A DOI (digital document identifier = digitális objektumazonosító) szám segíti a szellemi termék beazonosítását és védelmét.

Technikai észrevételek és digitális etikett:

- A fordítás során tekintsünk el az ábrák és a képaláírások lefordításától, hiszen ezeket képletszerkesztővel hozták létre.
- A leadott fájl nevében szerepeljen a fordító neve!
- A fordító neve jelenjen meg magában a fájlban is!
- A fordítás során a szöveg tagolását illik visszaadni.
- Törekedjünk a sorkizárásra!
- Érdeemes a nyelvet magyarra állítani, hiszen a modern szövegszerkesztő nagy segítséget nyújt a gépelési hibák és egyéb elütések javításában.

A megoldásokat 2022. április 7-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni.

Pathways of Acetic Acid

1. Introduction

[...] Acetic acid is a clear liquid with a pungent odour, sharp taste, melting point of 16.73 °C and boils at 117.9 °C. Acetic acid, traditionally known as 'vinegar' is widely used as a food preservative, first discovered (c. 5000 BC) when unattended grape juice turned into wine. A famous physician Hippocrates II (c. 420 BC) used acetic acid to clean the wounds [1]. With direct and indirect applications of acetic acid, it has diversified into several chemical sectors such as food, pharma, chemical, textile, polymer, medicinal, cosmetics etc. Since then, acetic acid is proven to be a multi-application chemical building block resulting in ever-increasing demand. The production of acetic acid is expected to reach 18 million ton with an average growth of 5% per year.

2. Production of acetic acid

Acetic acid is mainly produced via chemical route that involves homogeneous as well as heterogeneous catalytic methods. The carbonylation of methanol via Monsanto process is the most adopted route, which further evolved as Cavita process with a choice of catalysts and process intensification. In the recent decade, the fermentative approach has also gained attention; however the commercial approach is not established yet. The current trends in sustainable manufacturing demand an urgent paradigm shift to develop and pursue more sustainable routes to reduce environmental burden. An approach is also made with the development of membrane-based technology, which offers a very simple design with eco-friendly production.

2.1 Conventional process

2.1.1 Methanol carbonylation process

Carbonylation process is a most employed commercial route for synthesis of acetic acid, also known as Monsanto process (Figure 2). Methanol and carbon monoxide are reacted in liquid phase in the presence of rhodium (Rh)-based catalyst at 150–200°C temperature and 30–50 bar pressure to produce acetic acid with 95% selectivity and 5% side products such as formic acid and formaldehyde. Hydrogen iodide is used as an alkali promoter in this process. The reaction proceeds in

liquid phase with methyl acetate as solvent using homogeneous catalyst. Controlled amount of water is required for the reaction, which is generated in situ by reaction of methanol with hydrogen iodide. The rate of reaction in the Monsanto process depends on the concentration of water. CO₂, H₂ and methanol are obtained as by-products in the reaction. The generated methanol in the reaction is recycled. The process has evolved with time and different strategies have been adopted to separate pure acetic acid from a mixture of water and by-products. This process was modified by BP chemicals replacing rhodium-based catalyst with iridium (Ir) catalyst known as Cavita process. The choice of Ir as a coordination metal is relatively more economic process than rhodium. The use of an iridium catalyst improves the overall rate of reaction.

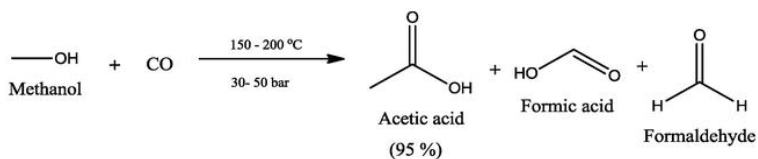


Figure 2. Production of acetic acid by carbonylation method.

The safety and the environmental hazards arising from the current methods are a serious concern. Acetic acid is highly corrosive, and the production processes need to be more sustainable and environmentally benign by reducing the amount of energy required in production and subsequent separation technologies as well as using heterogeneous catalysts. The Japanese firm Chiyodo developed a heterogeneous Rh catalysed process, wherein Rh metal was immobilized on the vinylpyridine resin. The use of heterogeneous catalyst prevails the loss of catalyst in the liquid phase and facilitates easy separation from the reaction mixture. The amount of water used in the reaction is very low and thus the separation of water from acetic acid is more energy-efficient compared to the other processes mentioned.

2.1.2 Acetaldehyde oxidation process

Acetaldehyde oxidation was the predominant process followed for the synthesis of acetic acid, wherein acetaldehyde is first prepared by oxidation of ethylene using palladium and copper chloride and it was

further oxidized to form acetic acid (Figure 3). The same process is reported using cobalt and chromium-based catalyst at 55 bar pressure and 150°C temperature. The one-step process for conversion of ethylene to acetic acid is also practised using lead and lead-platinum based catalyst at high pressure compared to the acetaldehyde oxidation process with a low yield of acetic acid.

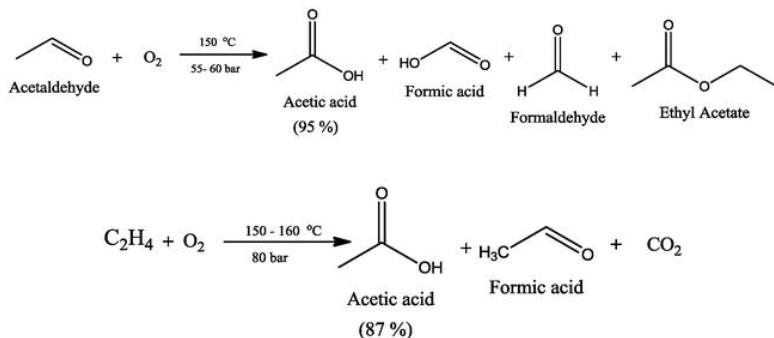


Figure 3. Production of acetic acid by acetaldehyde oxidation.

2.1.3 Hydrocarbon oxidation process

Hydrocarbons derived from petroleum stock such as butane and naphtha are utilized to generate acetic acid using cobalt acetate and chromium acetate catalyst (Figure 4). The reaction proceeds at a comparatively higher temperature range (150–230°C) and pressure (50–60 bar). The process involves petroleum feedstock, which contains hydrocarbon mixture, which leads to the formation of other by-products such as acetone, formic acid, propionic acid along with acetic acid. Thus, this process fails to give pure acetic acid. This process is more suitable for manufacturing a mixture of volatile fatty acids.

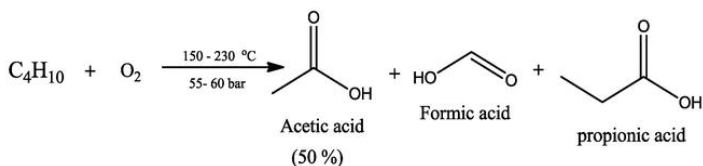


Figure 4. Production of acetic acid by hydrocarbon oxidation.

2.2 Fermentation route

Fermentative route is mostly adapted for the generation of food-grade acetic acid that is vinegar. This process mainly involves the use of renewable carbon resources such as apple, grape, pears, honey, cane, coconut, date, syrup cereals, hydrolysed starch, beer and wine]. The fermentation process is mainly divided into two steps: the treatment with yeast followed by acetic acid bacteria (AAB). Commercial production of vinegar is done via oxidative fermentation using AAB. *Acetobacter* and *Gluconacetobacter* are most used species among ten classified genera. *Acetobacter pasteurianus* is traditionally used for commercial production of vinegar with concentration not exceeding 6% (v/v), whereas, *Gluconacetobacter europaeus* is utilized to produce high-concentration vinegar (10% v/v). The price of the vinegar varies with the kind of source used and the region where it is generated.

2.2.1 Orleans method

This method is well established, traditional and preferred for low-volume production of acetic acid. Derived from the French word Orléans, wooden barrels are used to ferment the feed in this process. This method is followed to prepare exotic brands of vinegar in different regions of the world with specific raw material available in the specific season. The traditional balsamic vinegar is produced in different parts of the world such as sherry from Spain, oxos from Greece, and Modena in Italy.

2.2.2 Trickleing process

This process was developed to overcome the slow rate of acetification in Orleans process. The process intensification was done to improve the acetic acid bacteria and substrate interaction. The alcoholic substrate was sprayed over the fermentation in continuous loop to achieve the desired concentration of acetic acid. The heat of the reaction was controlled by passing the air through the system. The process has the drawback of accumulating gelatinous material on the surface the membrane, which reduces the rate of reaction over the period.

2.2.3 The continuous submerged process

This modern fermentation method is followed to produce vinegar in masses. This is the most widely method and has a high yield along with a fast rate of oxidation as compared to the previous method. This method is 30 times faster than the Orleans method with higher efficiency for production of acetic acid. This process requires comparatively small space with higher yields. The Fringe fermenter is used for this process to increase the rate of the acetification. The yield of acetic acid is 98%. The pure substrates are required to achieve the high quality of acetic acid. This fermentation process is much economical, of simple design with easy process control.

The Fermentation process for acetic acid is economically feasible with comparatively simple operations. The application of this process is very limited to the present global demand. Whereas, the conventional process involves several steps such as fractional distillation, condensation and crystallization, which add to the high machinery cost. The operating conditions are harsh considering the process temperature and pressure along with the corrosive nature of acetic acid. The purification of acetic acid from water is a multi-step process consuming a high amount of energy, which makes overall process complex and critical. In addition to this, the process requires huge manpower with stringent safety protocols and norms.

3. Need for development of novel sustainable technologies

Looking at the ever-increasing threats of global warming and ever-increasing global demand of acetic leads to an urgent need to develop a novel technological approach and sustainable feedstock for the generation of acetic acid. Even though many processes and technological developments are reported recently, they fail to sustain the production cost to profit margins. The separation of acetic acid remains the key issue to overcome the economical and energy consumption barriers. The different operations such as distillation, evaporation, absorption, filtration crystallization and alkali neutralization are time and energy consuming. Even though these processes involve multiple steps, the ever-growing demand forces to follow this path. On the other hand, fermentation process is reliable but cannot match the scale of current demand. Thus, the development of a

novel route for generation or process intensification in separation can drastically reduce the overall production cost of acetic acid. Utilization of CO and CO₂ as feedstock generated from natural gas can offer long-term sustainability of acetic acid production. This technology offers high purity of acetic acid with eco-friendly production. Furthermore, membrane-based separation processes can provide efficient way to produce acetic acid. The pathways are discussed briefly.

3.1 CO and CO₂ as valuable feedstock

Utilization of CO₂ and syngas can offer sustainable alternatives to produce acetic acid. BP has announced the breakthrough process, wherein, acetic acid will be manufactured from syngas as a feedstock derived from natural gas. This will give an alternative to SaaBre process that produces acetic acid in three integrated steps. The production of acetic acid from syngas will avoid the purification of CO and purchase of methanol. Though the technology is not fully developed, it provides better alternatives in terms of sustainability. Similarly, acetic acid can be synthesized via reacting CO₂ and H₂ to give methanol followed by subsequent carbonylation step. This route gives liberty to utilize CO₂ as value-added feedstock.

3.2 Membrane-based technologies

The membrane technology can offer the separation of liquid, vapour and gas selectively with controlled mass transfer rates. These processes are easy to operate and simple to design. The technology can offer development on energy intensification. Several types of processes are reported based on the pore size of the membrane for separation of different components. These are namely microfiltration, ultrafiltration and nanofiltration membrane. The operating pressure (varying from 1 to 20 bar) of the system varies according the pore size of the membrane are used. Reverse osmosis is another membrane technology with non-porous membrane. This process operates at pressure more than 20 bar. The membrane technologies collectively can be applied in downstream processing for separation of acetic acid in chemical process as well as fermentation processes. The combination of fermenter with acetic acid permeable membrane can help in separation of acetic acid to avoid the self-inhibition.

A 2021/5. számban megjelent szöveg mintafordítása

Alapvető fizikai állandók Az állandók bevezetése nem szakértő olvasók számára

A fizika alapvető elméleteinek valamennyi matematika megfogalmazásában és a való életbeli alkalmazása közben újra és újra feltűnnek bizonyos alapvető, változatlan mennyiségek. Ezek az egyetemesen használt egyedi jelekkel rendelkező, alapvető fizikai állandóknak nevezett mennyiségek annyira fontosak, hogy a lehető legnagyobb pontossággal szükséges ismernünk őket. Közéjük tartozik a fény sebessége vákuumban (c); az elektron töltése, amelynek abszolút értéke az elektromos töltés alapegysége (e); az elektron tömege (m_e); és a Planck-állandó (h). Ezekkel mind részletesen foglalkozunk a későbbiekben.

Természetesen van sok más fontos mennyiség is, amely nagy pontossággal mérhető – például egy bizonyos ezüstdarab sűrűsége, vagy egy szilíciumkristály rácstávolsága (az atomok síkjai közötti távolság), vagy a Föld és a Nap távolsága. Ezeket a mennyiségeket azonban általánosságban nem tekintjük alapvető állandóknak. Először is, nem egyetemes állandók, mert túlságosan specifikusak, túl szorosan kapcsolódnak annak az anyagnak vagy rendszernek a sajátos tulajdonságaihoz, amelyeken a méréseket végzik. Másodszor, az ilyen mennyiségek nem egyetemesek, mert nem jelennek meg következetesen a fizika alapvető elméleti egyenleteiben, amelyeken az egész tudomány alapul, és nem is azon alapvető fizikai részecskék tulajdonságai, amelyekből minden anyag felépül.

Az alapvető állandók számértékének nagy pontosságú ismerete legalább két okból fontos. Először is, a fizika alapelméleteinek mennyiségi előrejelzései az elméletekben megjelenő állandók számértékétől függenek. Értékük pontos ismerete tehát elengedhetetlen, ha az ember a fizikai univerzum pontos mennyiségi leírását kívánja elérni. Másodszor, ami még fontosabb, ezen állandók számértékének alapos tanulmányozása – mivel ezeket a fizika különböző területein végzett különféle kísérletekkel határozták meg –, próbára teheti a fizika alapvető elméleteinek általános következetességét és helyességét.

Definíció, jelentőség és pontosság

A számos konstans közül azért a fent megnevezett öt került felsorolásra, mert az alapvető állandók eltérő eredetét példázzák. A fénysebesség (c) és a Planck-állandó (h) olyan mennyiségek példái, amelyek bizonyos alapvető fizikai elméletek matematikai megfogalmazásában természetesen előfordulnak, az előbbi James Clerk Maxwell elektromos és mágneses terek elméletében és Albert Einstein relativitáselméletében, az utóbbi pedig az atomi részecskék elméletében vagy a kvantumelméletben. Például Einstein relativitáselméletében a tömeg és az energia egyenértékűek, az energia (E) egyenesen arányos a tömeggel (m), az arányossági állandó pedig a fénysebesség négyzete (c^2) – azaz a híres $E = m \cdot c^2$ egyenlet. Ebben az egyenletben E és m változók, c pedig változatlan, az egyenlet állandója. A kvantumelméletben a foton (az elektromágneses energia, mint például a fény- vagy hőszugárzás, kvantumegysége) energiája (E) és frekvenciája, amelyet a görög ν (nú) betűvel jelölnek, $E = h\nu$ összefüggésben állnak egymással. Itt a Planck-állandó (h) az arányosság állandója.

Az elemi töltés (e) és az elektrontömeg példák olyan állandókra, amelyek az anyagot alkotó alapvető vagy elemi részecskéket, például az elektront, alfa-részecskét, protont, neutron, müont és piont jellemzik. Ezenkívül példák a sztenderd mértékegységként használt állandókra is. Az atomi és elemi részecskék töltése és tömege az elemi töltés (e) és az elektron tömegének (m_e) segítségével fejezhető ki; az alfa-részecske, vagyis a hélium atommag töltése $2e$, míg a müon tömegét $206,77 m_e$ -ként adták meg.

[...]

Sok alapvető állandó jelenleg néhány milliomodnyi pontossággal mérhető. A pontosság alatt azon bizonytalanság relatív nagyságát értjük, amelyet bármely mennyiség számértékéhez hozzá kell rendelnünk annak jelzésére, hogy az a kísérleti vagy az elméleti korlátok miatt milyen messze eshet a valódi értéktől. Ez a bizonytalanság az értékkel kapcsolatos kétségek mértékének mennyiségi becslése. A leggyakrabban használt bizonytalanság, a tapasztalati szórás (standard deviáció, SD), amelyet a görög szigma betűvel jelölünk, azt jelenti, hogy körülbelül 68 százalék az esély arra, hogy a valódi érték a plusz-mínusz szigma tartományon belül van. Továbbá 95 százalék az esélye annak, hogy a valódi érték plusz és mínusz két standard deviáció között

található, és 99,7 százalék az esély, hogy a plusz-mínusz 3 SD tartományba esik. [...]

A gyakorlatban már egy rész per millió (rövidítve ppm) mértékű bizonytalanság igazán figyelemreméltó. Ez megfelel annak, hogy egy amerikai futballpálya hosszát, ami 100 yard vagyis körülbelül 91 méter, olyan eltéréssel határozzuk meg, ami megegyezik ezen könyv [az 1974-es Encyclopaedia Britannica] 2 lapjának vastagságával, ahol egyetlen oldal körülbelül 0,0022 hüvelyk vagyis 0,056 milliméter vastag. Számos olyan mennyiség van, amelyet oly pontosággal mértek meg, hogy a bizonytalanság mértéke megközelítette az 1/1 000 000 000 000 részt (azaz 10^{12} -ből egy); ilyen mértékű bizonytalanság megfelel annak, hogy a New York és San Francisco távolságát egyetlen papírdarab vastagságának tizedénél is kisebb bizonytalansággal határoznánk meg.

1900-1920

Az alapvető állandók szakterület a 20. század közepe óta olyan gyorsan fejlődött, hogy a második világháború előtti mérések szinte mindegyike történelminek tekinthető (ha maga a módszer nem is, legalább az eredmény igen). Valóban, a 20. század fordulója előtt kevés állandó kimérésére került sor, mivel addig még nem kezdődött el a modern fizika modern korszaka. A relativitáselmélet, az atomfizika és a kvantumelmélet mind 1900 után jelentek meg. Íme kettő az 1920 körüli fontosabb történelmi mérések közül:

Az elemi töltés (e)

Az egyik korai kísérlet, amely egy alapvető állandó nagy pontosságú mérésére irányult, az elemi töltés (e) mérése volt, amelyet Robert A. Millikan, amerikai fizikus hajtott végre. Ez egyben kiváló példa arra is, hogy egy alapvető állandó különböző módszerekkel történő pontos meghatározása hogyan vezethet egy adott fizikai jelenség jobb megértéséhez. Milliken megközelítőleg 1907-től 1917-ig végezte a mára már híressé vált olajcsepp-kísérletét ez elemi töltés (e) értékének meghatározásához. Az módszer alapja, hogy két vízszintesen elhelyezett, egymással párhuzamos fémlemez között a levegőben mozgó apró, töltött olajcseppek (az olajcsepp töltése általában csak néhány e) elmozdulását követik az idő függvényében (ismert feszültséget alkalmazása mellett, illetve feszültség nélkül). Az alapvető állandó, e értékét ezután a különböző cseppekre vonatkozó számos

megfigyelésből és más releváns mennyiségek ismeretéből számították ki, különös tekintettel a levegő viszkozitására (áramlással szembeni ellenállására). Millikan 1917-ben közölt végső értéke $(4,774 \pm 0,002) \cdot 10^{-10}$ esu-nak adódott. (Az „esu” az elektrosztatikus egység, a töltés egyik mértékegysége a centiméter-gramm-másodperc [cgs] mértékegységrendszerben; ezt a cgs-esu mértékrendszert széles körben használták az SI rendszerre való általános áttérés előtt).

Az, hogy ez az érték jelentős mértékben téved, az 1930-as években vált világossá, amikor is egy új, de közvetett módszert dolgoztak ki e értékének meghatározására. A módszer abból állt, hogy külön megmérték N -t, az Avogadro-állandót (az egy mólbán, vagyis az adott anyag grammban meghatározott atom- vagy molekulatömegének megfelelő mennyiségben lévő atomok vagy molekulák száma), és F -et, a Faraday-állandót (az a töltésmennyiség, amelynek át kell haladnia az oldaton ahhoz, hogy az abban lévő egyszeres töltéssel rendelkező vagy egy vegyértékű elem egy mólja az elektrolízis során kiváljon). Ezt a két mennyiséget az az egyszerű egyenlet kapcsolja össze, amely kimondja, hogy a Faraday-állandó egyenlő az Avogadro-állandó és az egységnyi töltés szorzatával, vagyis $F = Ne$. Ebből az következik, hogy $e = F/N$, így az e állandót könnyen megkaphatjuk, amennyiben a két állandó, a Faraday- és az Avogadro-állandó ismert.

Az Avogadro-állandót (N) úgy határozták meg, hogy megmérték egy adott fajta kristály, például a kősó sűrűségét, molekulatömegét és kristályrács-távolságát röntgensugaras technika segítségével. A Faraday-állandó (F) úgy került meghatározásra, hogy megmérték az elektródára az elektrolízis során lerakódott anyag (például ezüst) tömegét, miután ismert ideig folyó ismert áramot hagytak áthaladni az anyagot tartalmazó oldaton. Ily módon levezethető az elemi töltés (e) közvetett értéke: $(4,8021 \pm 0,0009) \cdot 10^{-10}$ esu-nak adódik, amely jelentősen eltér a Millikan-értéktől. Ennek a zavaró eltérésnek a fő forrására 1930-as évek második felében derült fény: arra vezethető vissza, hogy Millikan a levegő viszkozitásának helytelen értékét használta. Millikan olyan értéket használt, amely szinte teljes egészében egyik tanítványa mérésén alapult; de később kiderült, hogy a hallgató elkövetett egy meglehetősen apró hibát a kísérlet elvégzése során. Amikor Millikan adatait a levegő viszkozitásának helyesen

meghatározott értékével újraértékelték, a kapott e érték megegyezett a Faraday- és az Avogadro-állandóból számított közvetett értékkel.

A Planck állandó (h) és az elemi töltés (e) aránya, h/e

A h/e arány legelső precíziós meghatározása a fotoelektromos hatást használta ki: ha egy adott hullámhosszú fényt hagyunk egy fémfelületbe ütközni, akkor a felületről elektronok lépnek ki. Ha késleltető feszültséget vagy potenciált alkalmazunk a fémen oly módon, hogy az éppen megakadályozza az elektronok felületről történő kilépését, akkor egyedi kapcsolat mutatható ki a fény hullámhossza, a feszültség és a h/e arány között. Millikan nátrium és lítium felhasználásával végezte el ezen a módszeren alapuló mérést és 1916-ban elsőként számolt be az eredményről.

A h/e arány meghatározásának másik módszere a folytonos röntgenspektrum úgynevezett rövidhullámú határának meghatározása. Ezen technika során egy elektronsugarat egy ismert feszültséggel felgyorsítják, és az elektronokat egy fém céltárgyba ütköztetik. A maximális energiájú röntgensugárzás (azaz a legnagyobb frekvenciájú vagy legrövidebb hullámhosszú) akkor bocsátódik ki, amikor a nyalábban lévő elektronok teljes elektromos potenciális energiája egyetlen röntgenfotónná alakul. A kibocsátott röntgensugár feszültségének és hullámhosszának mérésével meghatározható a h/e arány. Az első ilyen típusú precíziós mérést 1921-ben jelentették.

1920-1940

Az elektron töltésének ($-e$) és tömegének (m_e) aránya, $-e/m_e$

Ennek mennyiségnek számos közvetlen mérését végezték el 1897 és 1938 között. A kísérletek általában a szabad elektronnalábok elektromos és mágneses tér általi eltérítésén alapultak. Sok kísérlethez szükség volt az elektronok sebességének mérésére, és egyidejűleg azon feszültség meghatározására, amelyet az elektronok kezdeti mozgási energiájának (azaz sebességének) biztosítására fordítottak. Az elektronssebességet gyakran nulla eltérítéses módszerrel határozták meg, amely során a keresztezett elektromos és mágneses mezők nagyságát, amelyeken keresztül az elektronsugár áthaladt, úgy állították be, hogy az elektromos és a mágneses térítő erők éppen kiegyenlítették egymást. Joseph John Thomson, angol fizikus volt az első, aki 1897-ben ezt a technikát alkalmazta.

A szám szerzői

Bacsó Zsófia Réka, vegyész, DE Mádi Bor Akadémia

Dr. Borbás Réka középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, Sheffieldi Egyetem

Ficsór István Dávid tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Forman Ferenc PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Hegedüs Kristóf PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Keglevich Kristóf középiskolai tanár, Fazekas Mihály Gimnázium,
Budapest

Dr. Magyarfalvi Gábor egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Simkó Irén PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Szobota András PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Tóth Edina középiskolai tanár, BMSzC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű
Technikum

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, Természettudományi
Kutatóközpont

Vörös Tamás igazságügyi szakértő, NSzKK

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Rohonczy János	49
GONDOLKODÓ	54
KERESD A KÉMIÁT!	86
Keglevich Kristóf: Keresd a kémiát!	86
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	31
Horváth Judit: Kémia németül	93
Tóth Edina: Kémia angolul	99
A SZÁM SZERZŐI	111