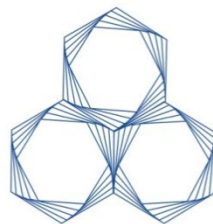


# Középiskolai Kémiai Lapok



**XLIX.**

**2022/3.**



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. május	XLIX. évfolyam	3. 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

<b>Szerkesztőség:</b>	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.

# GONDOLKODÓ



## A 2021/2022. tanév pontversenyeinek végeredménye

Az alábbiakban közöljük az egyes kategóriákban kiemelkedő eredményt elért diákok névsorát. Elektronikus úton minden résztvevő megkapta a pontszámait. Két támogatónk (Hildegard Alapítvány és Hiflylabs Zrt.) köszönhetően mindannyian 10-50 ezer forintos jutalomban részesülnek, amelynek átadását és a további jutalmakat (KÖKÉL előfizetés) a Magyar Kémikusok Egyesülete intézi.

Gratulálunk az eredményekhez!

### K pontverseny (9. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Viczko Csaba Péter ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebő Péter	182,5

### K pontverseny (10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Hegedűs Márton Krisztián Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó, Tóth Imre	180,25
2	Suhajda Botond Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó, Tóth Imre	154,67
3	Tar-Pálfi Helga Budapesti Fazekas Mihály Gyak. Ált. Isk. és Gimn.	Keglevich Kristóf	139,17
3	Tóth Petra Lili Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Fóris Tímea	139,17

**K pontverseny (9-10. osztály csapatverseny)**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Két komponens (Czakó Boróka Süli Ádám) Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Csúri Péter	187,5

**K pontverseny (11-12. osztály)**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Csernyák Milán Munkácsy Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dávidné Varga Gabriella	183,17
2	Szabó Márton Péter András Gimnázium és Koll., Szeghalom	Dr. Tabiné Lehotai Klára	175
3	Viczián Dániel Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Szívós Ádám	168

**H pontverseny**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Nemeskéri Dániel Budapesti Fazekas Mihály Gyak. Ált. Isk. és Gimn.	Sebő Péter, Villányi Attila	171
2	Sajósi Benedek ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebőné Bagdi Ágnes, Sebő Péter, Villányi Attila	161,5
2	Szabó Márton Péter András Gimnázium és Koll., Szeghalom	Dr. Tabiné Lehotai Klára	161,5
3	Viczián Dániel Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Szívós Ádám	152,75

**Angol fordítási verseny**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Horváth Lilla Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Kertész Róbert	398,8
2	Horváth Kata Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Kiss-Husztá Pálma	396,7
3	Rácz Jázmin Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Kiss-Husztá Pálma, Tóth Gyula, Kerner Nicole	394,4

**Német fordítási verseny**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Horváth Lilla Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Kertész Róbert	194
2	Balázs Dóra Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Kiss-Husza Pálma, Mikóné Szántó Réka	187,5
3	Viczko Csaba Péter ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	Sebő Péter, Laknerné Kurucz Zsuzsanna	180

**Keresd a kémiát!**

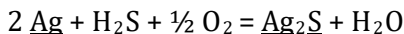
	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Tóth Miklós Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog	Dr. Pénzeli Péter	116
2	Horváth Lilla Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Kertész Róbert	112
3	Guzmits Helga Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Kiss-Husza Pálma	108

**A 2021/2022. tanév díjazott felkészítő tanárai**

Kluknavszky Ágnes	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen
Burzáné Pintye Lívia	DSzC Vegyipari Technikum, Debrecen

## Megoldások

**K405.** Az ezüst ékszerek az alább látható egyenlet szerint korrodálódnak kénes vízben, felületükön fekete  $\text{Ag}_2\text{S}$ -bevonat keletkezik.



Az egyenlet alapján látható, hogy az ékszer tömege a kén tömegével nőtt. Ez alapján a keletkezett ezüst-szulfid csapadék anyagmennyisége

$$n = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{0,1 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 3,125 \text{ mmol}$$

Majd az eltávolított ezüst-szulfid tömege:

$$m = M(\text{Ag}_2\text{S}) \cdot n = 248 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 3,125 \text{ mmol} = 0,775 \text{ g}$$

Vagyis az ezüstékszerből 3,125 g maradt.

A fogkrém vízben oldhatatlan komponensei (pl.  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ) adják a súrolóhatást, ami eltávolítja a felszíni ezüst-szulfid réteget.

*A feladatra bátor megoldások születtek. Ezúton szeretném mindenki figyelmét felhívni, hogy a fogkrémbe se hidrogén-peroxidot, se cinket, se hidrogén-fluoridot ne tegyen.*

(Forman Ferenc)

**K406.** a) A literenként 12 mg kén 0,375 mmol-nak felel meg, ami ugyanekkora anyagmennyiségű COS-ban található meg. Ez alapján a karbonil-szulfid koncentrációja 22,5 mg/l.

b) Itt két modellel számolhatunk: az egyik alapján, ha a levegő nem is, a fürdővíz folyamatosan cserélődik, így a légtér a 22,5 mg/l koncentrációjú vízzel kerül egyensúlyba.

A második esetben a vízcserélő rendszer is elromlott, így az egy medencényi COS-tartalom oszlik meg a levegő és a víz között.

Az első esetben egyszerűen behelyettesíthetjük a megadott COS-koncentrációt az egyenletbe:

$$p(\text{COS}) = \frac{c}{0,0207 \frac{\text{mol}}{\text{kg}\cdot\text{kPa}}} = 18 \text{ Pa}$$

Ergo a COS koncentrációja 181 ppm. Ilyen atmoszférában nem érdemes pár óránál többet tartózkodni, de még nem halálos koncentráció, és a robbanási határtól is messze van.

Második esetben azzal kell számolni, hogy a légkörben lévő COS anyagmennyisége az ideális gázok általános állapotegyenletével kiszámolható:

$$n(g) = \frac{pV(g)}{RT}$$

Ezzel tehát a gyógyvíz COS-koncentrációja

$$\Delta c = \frac{pV(g)}{RT \cdot V(f)}$$

mértékben csökken. Tehát a megoldandó egyenlet:

$$p(\text{COS}) = \frac{c - \Delta c}{0,0207 \frac{\text{mol}}{\text{kg}\cdot\text{kPa}}} = \frac{c - \frac{pV(g)}{RT \cdot V(f)}}{0,0207 \frac{\text{mol}}{\text{kg}\cdot\text{kPa}}}$$

Az egyenletet megoldva  $p(\text{COS})=17,7 \text{ Pa}$  adódik, ami gyakorlatilag a fentivel megegyező következményeket vonja maga után.

*A feladatra Saracco Lucio, Viczkó Csaba és Sajósi Benedek kaptak maximális pontszámot.*

(Forman Ferenc)

**K408.** Mindkét esetben a második, alacsony aktiválási energiával bíró reakció megy végbe. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a reakció során a gázok összes anyagmennyisége nem változik. Avogadro törvényét felhasználva pedig tudjuk, hogy az elegy anyagmennyiség- és térfogatszázalékos összetétele nem változik. A levegőt tekintsük 21%  $\text{O}_2$  és 79%  $\text{N}_2$  keverékének.

1. eset: COS a limitáló reagens.

Kiindulási elegy összetétele:

12,3% COS, 18,4% O<sub>2</sub> és 69,3% N<sub>2</sub>

A termékelegy összetétele:

12,3% CO, 12,3% SO<sub>2</sub>, 6,1% O<sub>2</sub> és 69,3% N<sub>2</sub>

2.eset: O<sub>2</sub> a limitáló reagens.

Kiindulási elegy összetétele:

29,6% COS, 14,8% O<sub>2</sub> és 55,6% N<sub>2</sub>

A termékelegy összetétele:

14,8% CO, 14,8% SO<sub>2</sub>, 14,8% COS és 55,6% N<sub>2</sub>

*A feladatra Saracco Lucio, Viczkó Csaba és Sajósi Benedek kaptak maximális pontszámot.*

(Forman Ferenc)

**K412.** A számok az általuk kódolt alapállapotú atomok elektrónhéjain elhelyezkedő elektrónok számát jelölik. Például a 28112 részlet azt az atomot kódolja, melynek K héján 2, L héján 8, M héján 11 és N héján 2 elektrón található alapállapotban. Ez az atom a vanádium. A számsort az alábbiak szerint oszthatjuk fel úgy, hogy minden egyes csoport egy-egy atomot jelöljön és ezek vegyjeleit összeolvasva értelmes mondatokat kapjunk:

1 26 28112 283 26 1 26 28181892 28181881 26 2881 2818187 286  
2881 26 24 286 2818187 286?

28 28183232152 2818322192 1 28162.

A kódolt vegyjelek:

H O V Al O H O La Cs O K I S K O C S I S?

Ne Mt U D Ni.

A megfejtés: Hova lohol a csokis kocsis? Nem tudni.

*Szép megoldást küldött be Tóth Petra Lili.*

(Vörös Tamás)

**K413.** Viszonylag kevesen kaptak kedvet a szókirakóshoz. A legnagyobb összpontszámot Viczkó Csaba Péter érte el (1103): az *amfipatikussága* szó önmagában 729 pontot hozott a konyhára.



Előfordult, hogy aki nem igazi Scrabble-lel játszott, nem vette figyelembe a zsetonok számát: a *dörzsmozsár* szót például két zs betűvel nem lehet lerakni, hiszen a magyar betűkészletben abból csak egy van. (Természetesen z+s betűkombinációval, eggyel több zsetonnal megoldható.)

(Zagyai Péter)

**K414.** Az élő szervezetek bomlásakor keletkező gázok közül a hidrogén és a nitrogén egyesülésével karbamid képződik. Az ammónia is hidrogén és nitrogén vegyülete, azzal a különbséggel, hogy a karbamid a nitrogén és hidrogén 1:4, az ammónia 1:3 térfogatarányú egyesülésével jön létre. Az ammónia színtelen, erősen szúrós szagú gáz, levegőhöz viszonyított relatív sűrűsége 0,59, nagy nyomáson, illetve alacsony hőmérsékleten színtelen, kis sűrűségű folyadékká alakul. Erősen lúgos, maró. Tiszta oxigénnel összekeverve szikra hatására meggyújtható, az égése során víz és nitrogén keletkezik. Klóros vízzel reagáltatva ammónium-klorid és nitrogéngáz képződik, ami kibuborékol az oldatból. Az ammónium-kloridot kétszeres mennyiségű égetett mésszel reagáltatva ammóniagáz keletkezik, melyet nagyon jó vízdoldhatósága miatt higanyon keresztül lehet felfogni. A víz saját térfogatának 670-szeresét képes feloldani ammóniából, az így keletkező oldat sűrűsége  $0,875 \text{ g/cm}^3$ . Az ammónia vizes oldata az ammóniagázhoz hasonló szagú, maró hatású, a bőrre kerülve sérüléseket okoz, állás közben ammónia távozik belőle. Az ammónia az elemekhez hasonlóan reagál más vegyületekkel is. Legismertebb vegyülete az ammónium-klorid. Ez vagy ammónia és hidrogén-klorid vagy szalmiákszesz és sósav reakciójában keletkezik. Egyiptomban teveürülékből, hazánkban állati anyagokból, szaruból, körömből, csontból állítják elő. Savanyú ízű, vízben jól oldódik, és az oldatból oktaéder és kocka alakú kristályokban kristályosodik. Melegítés hatására szublimál.

*A feladatra beküldött megoldások pontszámainak átlaga 8,6 pont. A legjobb fordításokat Csernyák Milán és Viczkó Csaba Péter küldték be. Több megoldó a karbamid („húgyany”) helyett ammóniumiont írt, mivel az utóbbiban valóban 1:4 a nitrogén- és hidrogénatomok aránya, míg a karbamidra ez nem igaz, a szöveg azonban ennek ellenére a karbamidot érti a kérdéses név alatt.*

(Vörös Tamás)

**K415.** Az alábbi binér vegyülepárok például megfelelnek a feladat feltételeinek, azaz a képletükben ( $A_xB_y$ ) felcserélve a számokat, szintén létező vegyület képletét ( $A_yB_x$ ) kapjuk:

$NO_2 - N_2O$ ,  $SO_2 - S_2O$ ,  $NH_3 - HN_3$ ,  $AgN_3 - Ag_3N$ ,  $K_2O - KO_2$ ,  $Cu_2S - CuS_2$ ,  $Cl_2O - ClO_2$ ,  $Br_2O - BrO_2$ ,  $I_2O - IO_2$ , továbbá számos szerves vegyület, például:  $C_2H_4 - C_4H_2$ ,  $C_4H_8 - C_8H_4$ ,  $C_4H_6 - C_6H_4$ ,  $C_8H_{10} - C_{10}H_8$

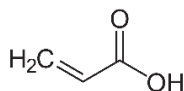
A fentiektől eltérő, de létező vegyületek képleteit is elfogadtuk helyes megoldásként.

*A feladatra beküldött megoldások pontszámainak átlaga 6,9 pont. A legtöbb helyes kéletpárt Tóth Petra Lili küldte be. Szép megoldások érkeztek Tar-Pálfi Helgától és Szabó Mártontól, akik a képletek mellett a vegyületek nevét is megadták. Több megoldó is felhívta arra a figyelmet, hogy a feltételeknek minden olyan létező vegyület megfelel, melynek a képletében  $x=y$ , pontot azonban csak azok a megoldások értek, amelyeknél  $x \neq y$ .*

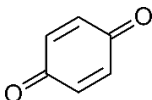
(Vörös Tamás)

**K416.** Az alábbi oxigén- és/vagy nitrogéntartalmú szerves vegyületek például megfelelnek a feladat feltételének, azaz molekulaképletükben a számok egy számtani sorozatot alkotnak:

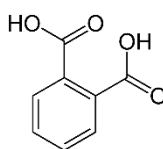
akrilsav ( $C_3H_4O_2$ )



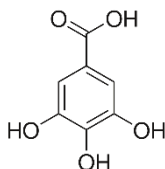
1,4-benzokinon  
( $C_6H_4O_2$ )



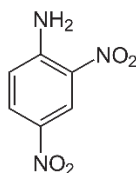
ftálsav ( $C_8H_6O_4$ )



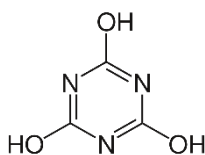
gallszav ( $C_7H_6O_5$ )



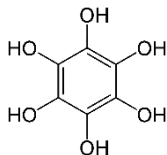
2,4-dinitroanilin  
( $C_6H_5O_4N_3$ )



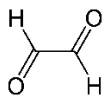
cianursav  
( $C_3H_3O_3N_3$ )



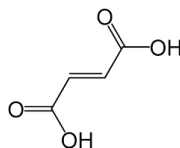
benzol-1,2,3,4,5,6-  
hexol ( $C_6H_6O_6$ )



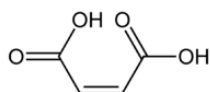
glioxál ( $C_2H_2O_2$ )



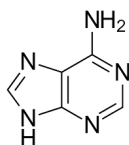
fumársav ( $C_4H_4O_4$ )



maleinsav ( $C_4H_4O_4$ )



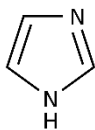
adenin ( $C_5H_5N_5$ )



1,3,5-triazin  
( $C_3H_3N_3$ )



imidazol ( $C_3H_4N_2$ ):



*A feladatra beküldött megoldások pontszámainak átlaga 6,4 pont. Szép megoldások érkeztek az oxigén- és a nitrogéntartalmú vegyületek köréből is Hegedűs Márton Krisztiántól, Szabó Mártontól, Tóth Petra Lilitől, Viczián Dánieltől és Viczko Csabától. A számtani sorozat definíciója megengedi, hogy olyan képleteket írjunk fel (pl. glioxál, adenin), ahol mindegyik atomból ugyanannyi van, ezt több megoldó is figyelembe vette. Vendel a vegyületeket szeretné kitenni a polcra kis üvegcsekben, ezért a tiszta állapotban nem létező anyagokat (például szénsav) nem fogadtuk el annak ellenére sem, hogy a képletében a számok számtani sorozatot alkotnak.*

(Vörös Tamás)

**K417.** a) Könnyű belátni, hogy a készítendő oldat mennyisége nincs hatással a hibára. Ha 100 g vízben  $x$  g sót old, akkor éppen olyan töménységű oldatot fog kapni, mint ha 1000 g vízben  $10x$  g sót oldana, és a kapott oldat tömegszázaléka  $[x/(100 + x)]$  ugyanannyival fog eltérni  $x$ -től.

Egyszerű utánaszámolni, hogy ha  $x$  értéke nő, akkor egyre nagyobb eltérést kapunk a valós és a tervezett tömegszázalék között. Több megoldó egzaktul is megmutatta (az eltérés deriváltjának kiszámításával), hogy  $x$  növekedésével a hiba szigorúan monoton nő.

b) A 8 m/m%-os sóoldat sűrűsége  $1,054 \text{ g/cm}^3$ , tehát 3162 g oldat készül, amiben 253,0 g NaCl van. Ez 4,329 mol.

Az  $\text{NaHCO}_3$  és a HCl anyagmennyisége is ennyi, tehát szükség lesz 4,329 mol, azaz 363,6 g szódabikarbónára.

A szükséges  $3,80 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav térfogata  $1,139 \text{ dm}^3$ , a  $0,800 \text{ mol/dm}^3$ -esből viszont  $5,411 \text{ dm}^3$  kellene.

Utóbbi esetben tehát csak úgy készítheti el a kívánt oldatot, ha bizonyos mennyiségű vizet elpárologtat belőle: mégpedig annyit, hogy a végeredmény 3162 g legyen.

Előbbi esetben viszont  $1,139 \text{ dm}^3$  sósavban (ami 1207 g) fel kell oldania 363,6 g szódabikarbónát, majd a kapott oldatot vízzel 3 literre kell hígítania.

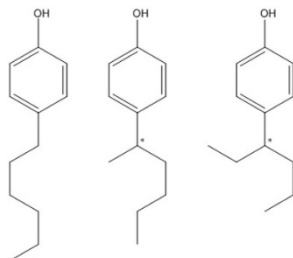
c) Akkor lesz a legsavasabb a kapott oldat, ha a szódabikarbóna kimérésénél negatív irányba, a sósav kimérésénél pedig pozitív irányba téved a mérleg 1%-ot. Ekkor 4,329 mol helyett 4,286 mol  $\text{NaHCO}_3$ , ill. 4,372 mol HCl kerül az oldatba. Vagyis 0,0863 mol HCl feleslegben marad, ami a 3 literes végtérfogatot figyelembe véve  $0,0288 \text{ mol/dm}^3$ -es koncentrációt, vagyis 1,54-es pH-t jelent.

*A c) feladatrészen többen megemlítették, hogy a sósavat nem valószínű, hogy az ékszermérleg segítségével mérte ki Vendel, tekintve, hogy kilogrammos mennyiségről van szó. (Több részletben is lehet persze mérni.) Ez esetben azonban fel kellett tételezniük, hogy a térfogatmérése tökéletesen pontos volt, noha a szöveg nem utalt arra, hogy rendelkezésére állt megfelelő eszköz. Mindazonáltal maximális pontszámmal fogadtuk el azokat a megoldásokat is, amelyekben csak a szódabikarbóna tömegmérésénél jelentkező hibával számoltak.*

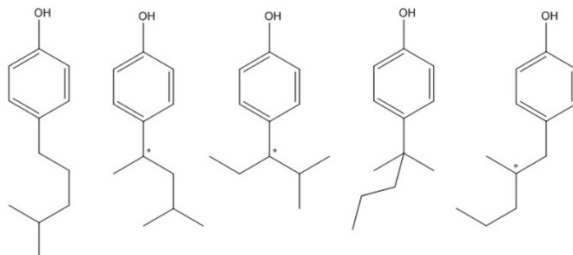
(Zagyai Péter)

**K418.**  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  összegképlettel 5 konstitúció (A – E) lehetséges. A belőlük származtatható 4-hexilfenol izomerek az alábbiak:

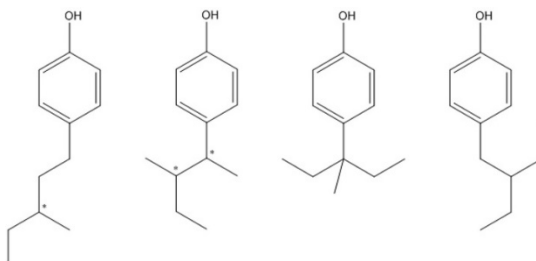
A) *n*-hexánból származtatható molekulák:



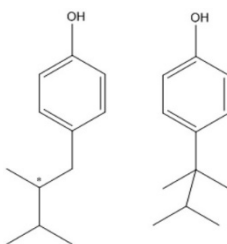
B) 2-metilpentánból származtatható molekulák:



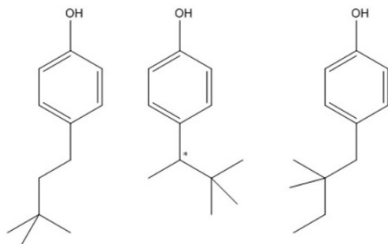
C) 3-metilpentánból származtatható molekulák:



D) 2,3-dimetilbutánból származtatható molekulák:



E) 2,2-dimetilbutánból származtatható molekulák:



Látható, hogy összesen 17 különböző konstitúciójú 4-hexilfenol létezik. Ezek közül 8 molekulának nincsen kiralitáscentruma, szintén 8 molekulában egy, míg 1 molekulában két kiralitáscentrum található, ez alapján a tényleges izomereket is figyelembe véve összesen  $8 + 8 \cdot 2 + 1 \cdot 4 = 28$  féle 4-hexilfenol létezik.

*A feladatra beküldött megoldások pontszámainak átlaga 7,3 pont. Hibátlan megoldást Sajósi Benedek és Saracco Lucio küldtek be.*

(Vörös Tamás)

**K419.** Az eljárás leírásából egyszerű összeadással és kivonással minden egyes lépésben meg lehet határozni az oldat és a vele egyensúlyt tartó szilárd anyag tömegét:

	szilárd anyag (g)	oldat (g)
100 °C	20,00	112,68
40 °C	72,73	$112,68 - 72,73 = 39,95$
0 °C	24,67	$39,95 - 24,67 = 15,28$
100 °C vissza	19,96	$72,73 + 24,67 - 19,96 = 77,44$
100 °C bepárolt	74,94	----
40 °C-ra újra	51,55	$74,94 + 40,00 - 51,55 = 63,39$

A nátrium-tioszulfát különböző hőmérsékleteken különböző mennyiségű kristályvizet tartalmazhat, illetve az oldhatóság is különböző. Ezért célszerű mindhárom hőmérsékleten egy-egy ismeretlen bevezetni a szilárd anyag és az oldatfázis nátrium-tioszulfát-tartalmát megmutató tömegtörtre:

	szilárd anyag	oldat (g)
100 °C	$x_1$	$y_1$
40 °C	$x_2$	$y_2$
0 °C	$x_3$	$y_3$

Tudjuk, hogy a kezdetben felhasznált nátrium-tioszulfát tömege 100,00 g, így a 100 °C-os rendszerből:

$$20,00x_1 + 112,68y_1 = 100,00 \quad (1)$$

A 40 °C-ra hűtésből:

$$72,73x_2 + 39,95y_2 = 112,68y_1 \quad (2)$$

A 0 °C-ra hűtésből:

$$24,67x_3 + 15,28y_3 = 39,95y_2 \quad (3)$$

A két szilárd fázis visszamelegítéséből:

$$19,96x_1 + 77,44y_1 = 72,73x_2 + 24,67x_3 \quad (4)$$

Ezen visszamelegített oldat bepárlásából:

$$19,96x_1 + 77,44y_1 = 74,94x_1 \quad (5)$$

Az újrafeloldás és 40 °C-ra újrahűtés után:

$$51,55x_2 + 63,39y_2 = 74,94x_1 \quad (6)$$

Így egy hat ismeretlent tartalmazó, hat egyenletből álló lineáris egyenletrendszert kaptunk.

A rendszer egy kis nézegetése után feltűnhet, hogy az (1) és az (5) egyenletek csak az  $x_1$  és  $y_1$  ismeretleneket tartalmazzák, így ezen két változó értéke egyszerűen meghatározható:

$$(5)\text{-ből } 54,98x_1 = 77,44y_1, \text{ így } y_1 = 0,7100x_1.$$

Ezt visszaírva az (1) egyenletbe:

$$20,00x_1 + 112,68 \times 0,7100x_1 = 100,00 \quad , \text{ ebből } x_1 = \mathbf{1,000}$$

(tehát a 100 °C-on kiváló szilárd anyagban nincs kristályvíz).  
(5)-ből így  $y_1 = \mathbf{0,7100}$  következik.

Az  $x_1$  és  $y_1$  ismeretében a (2) és (6) egyenletekben csak az  $x_2$  és  $y_2$  ismeretlenek maradnak:

$$72,73x_2 + 39,95y_2 = 80,00$$

$$51,55x_2 + 63,39y_2 = 74,94$$

Ebből  $x_2 = (80,00 \times 63,39 - 74,94 \times 39,95) / (72,73 \times 63,39 - 51,55 \times 39,95) = \mathbf{0,8134}$  és  $y_2 = (80,00 - 72,73 \times 0,8134) / 39,95 = \mathbf{0,5217}$ .

Ezután  $x_3$  a (4) egyenletből egyszerűen adódik:

$$x_3 = (19,96 + 77,44 \times 0,7100 - 72,73 \times 0,8134) / 24,67 = \mathbf{0,6398}$$

Végül (3)-ból:

$$y_3 = (39,95 \times 0,5217 - 24,67 \times 0,6398) / 15,28 = \mathbf{0,3310}$$

Az oldhatóságok ( $O$ ) az egyes hőmérsékleteken az  $y$  változók értékéből számíthatók:

$$O = 100 \times y_i / (1 - y_i)$$

100 °C -on 245, 40 °C-on 109, 0 °C-on 49,5 g vízmentes só / 100 g víz.

Az  $x$  értékekből a kristályos anyagban egy móljában lévő víz ( $V$ ) anyagmennyiségét lehet számolni:

$$V = 158,1 \times (1/x_i - 1) / 18,02$$

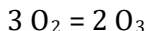
100 °C-on nincs kristályvíz a szilárd anyagban, 40 °C-on mólónként 2, 0 °C-on 5 molekula kristályvíz kíséri a nátrium-tioszulfátot (ez nem volt kérdés, de a megoldáshoz szükség van rá).

*Egy megoldó kivételével mindenki feltételezte azt, hogy 100 °C-on a szilárd fázisban nincs kristályvíz, noha a feladatban ezt is meg kellett határozni. Ez önmagában még nem elvi hiba, de egy ilyen megoldás csak akkor kapott maximális pontot, ha ezt a feltételezést valamilyen módon ellenőrizte.*

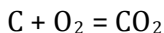
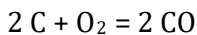
(Lente Gábor)

**K420.** Az alábbi egyenletek például eleget tesznek a feladat feltételeinek, ahol **A**: O, **B**: C, **C**: H, **D**: N, **E**: Na

Egy reakcióegyenlet, amelyben kizárólag az **A** elem szerepel:

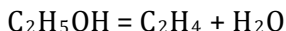
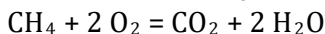
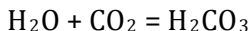


Két reakcióegyenlet, amelyekben **A** és **B** elem is szerepel:

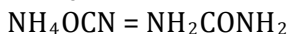
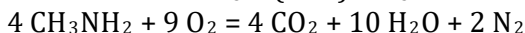
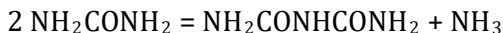


Három reakcióegyenlet, amelyek mindegyikében **A**, **B** és **C** elem egyaránt szerepel:

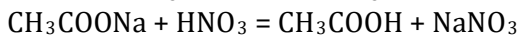
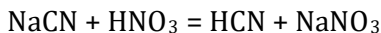
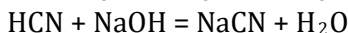
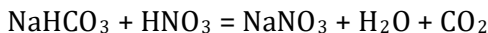
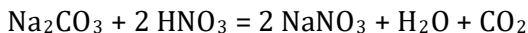




Négy reakcióegyenlet, amelyek mindegyikében **A**, **B**, **C** és **D** elem egyaránt szerepel:



Öt olyan reakcióegyenlet, amelyek mindegyikében mind az öt **A**, **B**, **C**, **D** és **E** elem szerepel:



*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,7 pont, hibátlan megoldást Hegedűs Márton Krisztián küldött be. Természetesen minden, a fentiektől eltérő, de létező reakciót leíró, helyesen rendezett egyenletet elfogadtunk.*

(Vörös Tamás)

**K421.** a) Vizsgáljunk 100 g **X** anyagot! Ebben 43,49 g, azaz 0,317 mol Ba és 50,79 g, azaz 3,17 mol O atom van. A maradék 5,72 g mindenképpen hidrogén, hiszen BaO vizes oldatát vizsgáljuk, amelyet ez a háromféle atom alkot. A H atomok anyagmennyisége 5,67 mol. Az **X**-et alkotó Ba, O és H atomok anyagmennyiség-aránya: 1,00 : 10,0 : 18,0. Ez alapján az **X** anyag képlete:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

A táblázatban megadott BaO oldhatósági adatok átszámításához az alábbi moláris tömegeket használjuk:  $M(\text{BaO}) = 153,3 \text{ g/mol}$  és  $M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 171,3 \text{ g/mol}$ . 0 °C-on 1,5 g BaO oldódik 100 g vízben. Az 1,5 g BaO  $1,5 \text{ g} / 153,3 \cdot 171,3 = 1,68 \text{ g}$   $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -nak felel meg, ez oldódik 100 g - (1,68 g - 1,5 g) = 99,8 g vízben. 100 g vízben tehát gyakorlatilag 1,68 g  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  oldódik 0 °C-on.

Hasonló gondolatmenettel számíthatjuk át a további három hőmérsékleten is a BaO oldhatóságát Ba(OH)<sub>2</sub>-ra. 20 °C-on 3,84 g BaO oldódik 100 g vízben. A 3,84 g BaO  $3,84 \text{ g} / 153,3 \cdot 171,3 = 4,29 \text{ g}$  Ba(OH)<sub>2</sub>-nak felel meg, ez oldódik 100 g - (4,29 g - 3,84 g) = 99,5 g vízben. 100 g vízben tehát 4,31 g Ba(OH)<sub>2</sub> oldódik 20 °C-on.

50 °C-on 11,75 g BaO oldódik 100 g vízben. A 11,75 g BaO  $11,75 \text{ g} / 153,3 \cdot 171,3 = 13,1 \text{ g}$  Ba(OH)<sub>2</sub>-nak felel meg, ez oldódik 100 g - (13,1 g - 11,75 g) = 98,6 g vízben. 100 g vízben tehát 13,3 g Ba(OH)<sub>2</sub> oldódik 50 °C-on.

80 °C-on 90,8 g BaO oldódik 100 g vízben. A 90,8 g BaO  $90,8 \text{ g} / 153,3 \cdot 171,3 = 101,5 \text{ g}$  Ba(OH)<sub>2</sub>-nak felel meg, ez oldódik 100 g - (101,5 g - 90,8 g) = 89,3 g vízben. 100 g vízben tehát 113,6 g Ba(OH)<sub>2</sub> oldódik 80 °C-on.

Az alábbi táblázat tartalmazza összefoglalva a Ba(OH)<sub>2</sub>-oldhatóságát:

Hőmérséklet (°C)	0	20	50	80
Oldhatóság (g / 100 g víz)	1,68	4,31	13,3	113,6

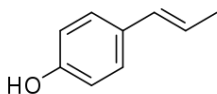
b) Feltételezve, hogy a Ba(OH)<sub>2</sub> oldhatósága a hőmérséklettel egyenes arányban változik két adatpont között, 10 °C-on az oldhatósága 100 g vízre vonatkoztatva  $1,68 \text{ g} + (4,31 \text{ g} - 1,68 \text{ g})/2 = 3,00 \text{ g}$ . 70 °C-on az oldhatóság  $13,3 \text{ g} + 2 \cdot (113,6 \text{ g} - 13,3 \text{ g})/3 = 80,2 \text{ g}$ . A telített Ba(OH)<sub>2</sub>-oldat tömegszázalék értéke az előbbi adatokból 10 °C-on  $3,00 / 103 \cdot 100\% = 2,91\%$ , míg 70 °C-on  $80,2 / 180,2 \cdot 100\% = 44,5\%$ . A hűtéskor kiváló Ba(OH)<sub>2</sub> · 8 H<sub>2</sub>O tömegszázalékos Ba(OH)<sub>2</sub>-tartalma  $171,3 / 315,3 \cdot 100\% = 54,3\%$ . Mindezek segítségével felírható egy keverési egyenlet:  $100 \text{ g} \cdot 44,5\% - x \text{ g} \cdot 54,3\% = (100 - x) \text{ g} \cdot 2,91\%$ , ahol  $x = 80,9 \text{ g}$  a hűtés során kivált Ba(OH)<sub>2</sub> · 8 H<sub>2</sub>O tömege.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,0 pont. Hibátlan megoldást a Két komponens küldött be. A 100 g vízre vonatkozó Ba(OH)<sub>2</sub> oldhatóságot több megoldó úgy számította ki, hogy a BaO tömegét beszorozta a két anyag moláris tömegének hányadosával, ez azonban nem a helyes eredményt adja meg. A b) feladatrészben gyakori hiba volt az, hogy nem a Ba(OH)<sub>2</sub>, hanem a BaO oldhatóságát tekintették lineárisnak a megoldók két hőmérsékletérték között.*

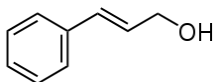
(Vörös Tamás)

**K422.** a) Az oxigén tömegszázalékából a  $16:0,1192=134,2$  g/mol moláris tömeg adódik, ahonnan szénre és hidrogénre  $118,2$  g/mol jut. Így az összegképlet  $C_9H_{10}O$ .

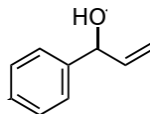
Egy hattagú aromás gyűrűt véve alapul, a brómmal való addíció és a sztereoiszomeria miatt csak olyan vegyület jöhet szóba, amelyben oldalláncban van kettős kötés, és nem a lánc végén, illetve az oldalláncban királis szénatomot tartalmaz. **A** lehetséges konstitúciói:



(1)



(2)



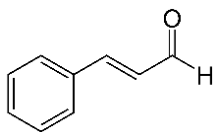
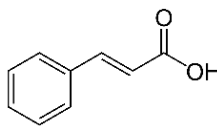
(3)

(Továbbá (1) *o*- és *m*-izomerje.)

b) A (3) szerkezet zárható ki, mert esetében a sztereoiszomer egy enantiomert takar, amelynek olvadáspontja pontosan azonos, vagyis lehetetlen, hogy míg a keresett vegyület szilárd, addig a sztereoiszomerje folyékony halmazállapotú.

c) Mivel a molekula oxidálható, és az oxidációs termék is tovább oxidálható, így végül csak a fahéjalkohol marad, amely szobahőmérsékleten valóban szilárd. (A fahéjalkohol a *transz*-izomer.)

Az **A** oxidációjával (egyetlen oxigénatomot feltételezve)  $132$  g/mol moláris tömeg adódik, amely a fahéjaldehidhez (**B**) tartozik. Ezt tovább oxidálva már karbonsav keletkezik, a fahéjsav (**C**), amely megfelel a megadott összetételnek.

**B****C**

*A pontszámok átlaga 8,7 pont. Típushiba volt, hogy kettős kötésű szénatomhoz kapcsolódó hidroxilcsoportot rajzoltak a beküldők, amely szerkezet nem stabil.*

(Borbás Réka)

**K423.** A KI-oldattal kapott, barna színnel színezett csapadékból arra következtethetünk, hogy a csapadékképződés mellett jódkiválás is történt. Emellett a kristály kékeszöld színe és az oldat kén-hidrogénes vízzel adott barnásfekete színű csapadéka és a sósavval való reakció hiánya alapján a só kationja feltehetően Cu(II)-ion.

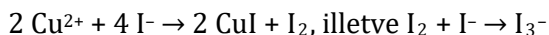
Az ezüst-nitrát-oldat hatására leváló fehér csapadék lehet ezüst-klorid, a kiindulási só pedig ebből következően réz(II)-klorid. Ennek ellenőrzésére érdemes a kristályvízmentes anyagból készített oldat titrálásakor kapott fogyáértékkel számolni: a 10,00 cm<sup>3</sup>-es részletre 0,02150 dm<sup>3</sup> · 0,100 mol/dm<sup>3</sup> = 0,002150 mol AgNO<sub>3</sub> fogy, a teljes törzsoldatra (250,0 cm<sup>3</sup>) vonatkozóan a fogyás 0,05375 mol lenne, vagyis ennyi kloridion van a teljes oldatban. Ez feleekkora mennyiségű, vagyis 0,026875 mol réz(II)-kloridnak felel meg, melynek tömege éppen a feladatban szereplő 3,614 g-os érték.

A szárítószekrényben a só kristályvíz tartalma távozott. Az így keletkezett 3,614 g CuCl<sub>2</sub> anyagmennyisége 0,026875 mol, ez megegyezik a 4,583 g kristályvíz tartalmú só anyagmennyiségével. Ebből kiszámítható a kiindulási kristályos anyag moláris tömege: 4,583 g / 0,026875 mol = 170,5 g/mol. Ez megfelel a CuCl<sub>2</sub>·2 H<sub>2</sub>O moláris tömegének, amely valóban egy kékeszöld színű kristály, ami kristályvizét elvesztve sárgásbarna szilárd anyaggá (vízmentes réz(II)-klorid) alakul.

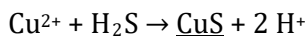
Ellenőrizhető az is, hogy az első kísérletben vizsgált 3,526 g CuCl<sub>2</sub>·2 H<sub>2</sub>O anyagmennyisége 0,02068 mol, ebből 250,0 cm<sup>3</sup> törzsoldatot készítve és annak 10,00 cm<sup>3</sup>-es részletét 0,100 mol/dm<sup>3</sup>-es AgNO<sub>3</sub>-oldattal titrálva a kloridionokat a fogyás valóban 16,55 cm<sup>3</sup>. Annak oka, hogy a diákok ebből a titrálás eredményéből nem kapták vissza a teljes tömeget, az volt, hogy ekkor még a vízmentes só moláris tömegével számoltak.

A végbement folyamatok egyenletei:

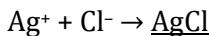
1. Barna színnel színezett csapadék keletkezése KI-oldat hatására:



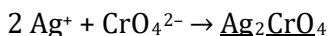
2. Barnásfekete színű csapadék keletkezése kén-hidrogénes vízzel:



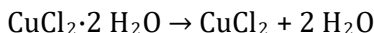
3. Fehér színű csapadék leválása ezüst-nitrát-oldat hatására:



4. A titrálás végpontját jelző reakció:



5. Szárítószekrényben 110 °C-on történő hevítés során lejátszódó reakció:



A vizsgált kristályos anyag képlete:  $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,9 pont, hibátlan megoldást Hegedűs Márton Krisztián küldött be. A megoldók többségénél a helyes gondolatmenetet és számolást követően hiányzott egy-egy reakcióegyenlet felírása.*

(Vörös Tamás)

**K424.** a) A kiindulási kristályvizes só legalább akkora tömegű vizet kötött meg, amely elegendő ahhoz, hogy telített kalcium-nitrát oldat keletkezzen. A telített oldat a vízmentes só oldhatósági adata alapján  $139 \text{ g} / 239 \text{ g} \cdot 100 \% = 58,2 \text{ m/m}\%$ -os. A  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  só tartalma kiszámítható a vízmentes és a kristályvizes kalcium-nitrát moláris tömegeiből:  $(164 \text{ g/mol}) / (236 \text{ g/mol}) \cdot 100 \% = 69,5 \text{ m/m}\%$ . Ezek segítségével az alábbi keverési egyenlet írható fel, ahol  $x$  jelöli a megkötött víz tömegét:  $25,0 \text{ g} \cdot 69,5 \% + x \text{ g} \cdot 0 \% = (25,0 + x) \text{ g} \cdot 58,2 \%$ . Ebből  $x = 4,85 \text{ g}$ , azaz minimálisan ekkora tömegű vizet kötött meg a kiindulási kristályvizes só.

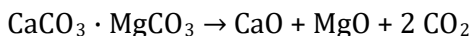
b) Az üvegben eredetileg  $25,0 \text{ gramm}$   $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  volt, melynek  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -tartalma  $25,0 \text{ g} \cdot 0,695 = 17,4 \text{ g}$ , a  $120 \text{ °C}$ -os hevítés után ekkora tömegű szilárd anyag marad vissza, amely  $(25,0 - 17,4) \text{ g} = 7,6 \text{ g}$  vizet kell, hogy megkössön ahhoz, hogy tetrahidrattá vissza tudjon alakulni. A feladat szövege szerint  $1 \text{ m}^3$  levegőben  $100 \%$  relatív páratartalom esetén  $17 \text{ g}$  víz van,  $53,1 \%$ -os páratartalom esetén ez  $0,531 \cdot 17 \text{ g} = 9,03 \text{ g}$  vizet jelent, vagyis a megkötött víz tömege  $1 \text{ m}^3$  levegőből  $17 \text{ g} - 9,03 \text{ g} = 7,97 \text{ gramm}$ . Ebből kiszámítható, hogy  $7,6 \text{ g}$  víz megkötéséhez  $(7,6 / 7,97) \text{ m}^3 = 0,95 \text{ m}^3$  térfogatú levegő szükséges.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,6 pont, hibátlan megoldást 7-en küldtek be. Több megoldó helyesen kiszámította azt, hogy*

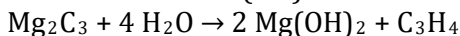
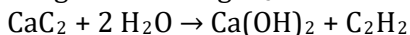
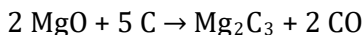
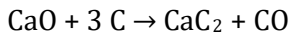
*a kiindulási kristályvizes sóban lévő kalcium-nitrát oldásához legalább mekkora tömegű víz szükséges, de ezt követően nem vonta ki ebből a kristályvízként már a rendszerben lévő víz tömegét.*

(Vörös Tamás)

**K425.** Az **A** gáz moláris tömege  $1,964 \text{ g/l} \cdot 22,41 \text{ l/mol} = 44,0 \text{ g/mol}$ , ez a szén-dioxid. A dolomit ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) anyagmennyisége  $2,3 \text{ g} / 184,3 \text{ g/mol} = 0,0125 \text{ mol}$ . A hevítés során keletkezett gáz  $0,560 \text{ l} / 22,41 \text{ l/mol} = 0,0250 \text{ mol}$  mennyiségű, tehát a dolomit az alábbi reakcióegyenlet szerint bomlott el hevítés hatására:

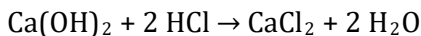


A visszamaradó **B** anyag  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  keveréke. A keveréket szén feleslegével magas hőmérsékleten hevítve, majd a terméket vízzel kezelve a keletkező **C** gázelegy átlagos moláris tömege  $15,33 \cdot 2 \text{ g/mol} = 30,66 \text{ g/mol}$ , míg az elegy anyagmennyisége  $0,42 \text{ l} / 22,41 \text{ l/mol} = 0,01875 \text{ mol}$ . A kalcium-oxidból szénnel való reakció során kalcium-karbid keletkezik, amelyből víz hatására acetilén fejlődik. A hevítés során keletkezett  $\text{CaO}$  anyagmennyisége  $0,0125 \text{ mol}$ , a keletkező  $\text{CaC}_2$  ugyanekkora anyagmennyiségű  $\text{C}_2\text{H}_2$ -t fejleszt vízzel. Feltételezve, hogy a **C** gázelegy kétkomponensű, a másik gáz anyagmennyisége  $0,01875 \text{ mol} - 0,0125 \text{ mol} = 0,00625 \text{ mol}$ , tömege a teljes gázelegy tömegének és a fejlődött acetilén tömegének különbsége:  $0,01875 \text{ mol} \cdot 30,66 \text{ g/mol} - 0,0125 \text{ mol} \cdot 26 \text{ g/mol} = 0,250 \text{ g}$ . Ezekből a keresett gáz moláris tömege:  $0,250 \text{ g} / 0,00625 \text{ mol} = 40,0 \text{ g/mol}$ , amely megfelel a  $\text{C}_3\text{H}_4$  moláris tömegének. A **C** gázkeverék összetétele:  $66,7 \text{ V/V}\%$   $\text{C}_2\text{H}_2$  és  $33,3 \text{ V/V}\%$   $\text{C}_3\text{H}_4$ . A fentiek alapján a szénnel való hevítés, majd a vizes reakció egyenletei feltételezhetően az alábbiak:



Ezt igazolják a feladat adatai is, a keletkező  $0,0125 \text{ mol}$   $\text{Mg(OH)}_2$  hevítéséből  $0,0125 \text{ mol}$   $\text{MgO}$  keletkezik ( $\text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$ ), ennek tömege  $0,50 \text{ g}$ , vagyis a **D** csapadék a  $\text{MgO}$ . A visszamaradó **E** oldat  $25,00 \text{ ml}$ -ére  $0,020 \text{ mol/l} \cdot 0,02080 \text{ l} = 0,000416 \text{ mol}$   $\text{HCl}$  fogy, a teljes

oldattal (1500 ml) ez alapján 0,0250 mol HCl reagálna, vagyis ekkora mennyiségű OH<sup>-</sup> van az **E** oldatban. Ez szintén megfelel a fenti reakcióknak, hiszen a dolomitban lévő 0,0125 mol CaCO<sub>3</sub>-ból végül 0,0125 mol Ca(OH)<sub>2</sub>, vagyis 0,0250 mol OH<sup>-</sup> keletkezett. Az **E** oldat tehát Ca(OH)<sub>2</sub>-oldat, a sósavval való reakciójának egyenlete:



*A feladat nehéznek bizonyult, a beküldött megoldások pontszámainak átlaga 5,9 pont. A legjobb megoldást Viczkó Csaba Péter küldte be. Több megoldó is azt feltételezte, hogy a C gázkeverék a szenes redukció során keletkező CO és CO<sub>2</sub> elegye, azonban a kérdéses C gázkeverék a szenes reakció termékeinek vízzel való reakciója során keletkezik. Sok esetben hiányzott az egyébként jól azonosított anyagok keletkezésének számítással történő alátámasztása, illetve egy-egy reakcióegyenlet, amelyre a szöveges megoldásban helyesen hivatkoztak a megoldók.*

(Vörös Tamás)

**K426.** a) Az 1,00 dm<sup>3</sup>-es tartályba kiinduláskor bemért nitril-klorid és nitrogén-monoxid anyagmennyisége 16,3 g / 81,5 g/mol = 0,200 mol NO<sub>2</sub>Cl, illetve 6,00 g / 30 g/mol = 0,200 mol NO. Mivel a folyamat nem jár anyagmennyiség változással, ezért az egyensúly beállta után is 0,400 mol lesz az anyagmennyiség összesen a tartályban. Az egyensúlyi elegy össznyomása 340 K-en a  $pV=nRT$  összefüggés alapján  $(0,4 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/Kmol} \cdot 340 \text{ K}) / 1,00 \text{ dm}^3 = 1131 \text{ kPa} = 1,13 \text{ MPa}$ .

b) A kiindulási NO<sub>2</sub>Cl és NOCl koncentráció 0,200 – 0,200 mol/dm<sup>3</sup>, melyekből  $x$  mol/dm<sup>3</sup> alakul át és keletkezik belőlük NOCl, illetve NO<sub>2</sub>. A 340 K-re vonatkozó egyensúlyi állandóra felírható az alábbi összefüggés:  $4,68 \cdot 10^3 = x^2 / (0,200 - x)^2$ , ebből  $x = 0,197 \text{ mol/dm}^3$ . Ez alapján az egyensúlyi koncentrációk:  $[\text{NOCl}] = [\text{NO}_2] = 0,197 \text{ mol/dm}^3$ , illetve  $[\text{NO}_2\text{Cl}] = [\text{NO}] = 0,003 \text{ mol/dm}^3$ . A nitril-klorid átalakulási százaléka  $0,197 / 0,200 \cdot 100 \% = 98,5 \%$ .

c) Hűtés hatására az egyensúly eltolódik, de az egyensúlyi elegy összanyagmennyisége változatlanul 0,400 mol, az össznyomás 298 K-en  $(0,4 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/Kmol} \cdot 298 \text{ K}) / 1,00 \text{ dm}^3 = 991 \text{ kPa}$ -ra csökken.

d)  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on a nitrozil-klorid kondenzál, emiatt csökken a mennyisége gázfázisban, ebből következően az egyensúly a legkisebb kényszer elve alapján a termékképződés irányába (jobbra) tolódna el.

e) A  $\text{NO}_2$  dimerizációja miatt csökken a nitrogén-dioxid koncentrációja, így az egyensúly ebben az esetben is a termékképződés irányába (jobbra) tolódik el.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,0 pont. Hibátlan, szép megoldást küldött be Szabó Márton, Tóth Petra Lili és Viczián Dániel. Több megoldó a b) feladatrész egyensúlyi koncentrációinak kiszámítását követően nem adta meg az átalakulás mértékét, valamint több esetben lemaradt a d) és e) feladatrészekben az egyensúly eltolódásának indoklása. A megoldók egy része a c) feladatrészben az a)-hoz képest változatlan nyomást adott meg, azonban annak ellenére, hogy a vizsgált egyensúlyi folyamat nem jár anyagmennyiség változással, az össznyomás változik, ha a hőmérsékletet változtatjuk.*

(Vörös Tamás)

**K427. a)** A  $^{85}\text{Kr}$  béta-bomlása:  $^{85}\text{Kr} \rightarrow ^{85}\text{Rb}$ .

b) Tekintsük a vizsgált levegőt  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -osnak és standard nyomásúnak! Ekkor az  $1,00\text{ m}^3$  levegő anyagmennyisége az  $n = V / V_m$  összefüggés alapján  $40,8\text{ mol}$ . Ennek  $0,000114\%$ -a, azaz  $4,65 \cdot 10^{-5}\text{ mol}$  kripton. A  $^{85}\text{Kr}$  a teljes kripton mennyiségének  $10^{-11}$  része, vagyis a vizsgált mennyiségű levegőben  $4,65 \cdot 10^{-16}\text{ mol}$ , azaz az  $N = n \cdot N_A$  összefüggés alapján  $2,80 \cdot 10^8$  db  $^{85}\text{Kr}$  van. A  $^{85}\text{Kr}$  felezési ideje  $10,75$  év, órákban kifejezve  $10,75 \cdot 365,25 \cdot 24 = 94,2 \cdot 10^3\text{ h}$ . Ezeket behelyettesítve az aktivitás képletébe  $A = 2,80 \cdot 10^8 \cdot 0,693 / (94,2 \cdot 10^3\text{ h}) = 2060\text{ (1/h)}$  adódik, vagyis  $1$  óra alatt  $1,00\text{ m}^3$  levegőben kb.  $2060$  db  $^{85}\text{Kr}$  bomlik el.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,6 pont, hibátlan megoldást összesen 6-an küldtek be. Természetesen azok a megoldások is maximális pontszámot értek, ahol a megoldók 1 évet 365 napnak vettek, valamint  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  helyett a Föld légkörének átlaghőmérsékletével számoltak, ezek a végeredményben alig eredményeztek eltérést a fenti megoldáshoz képest. A legtöbb pontlevonás rossz átváltások, illetve egy-egy számolási hiba miatt történt.*

(Vörös Tamás)



**H360.** a) Az oldhatósági szorzatokból a bárium koncentrációját kifejezve az alábbi egyenletet kapjuk:

$$\begin{aligned} L_{\text{BaSO}_4} &= [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \\ L_{\text{BaCO}_3} &= [\text{Ba}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] \\ \frac{L_{\text{BaSO}_4}}{[\text{SO}_4^{2-}]} &= [\text{Ba}^{2+}] = \frac{L_{\text{BaCO}_3}}{[\text{CO}_3^{2-}]} \\ \frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{SO}_4^{2-}]} &= \frac{L_{\text{BaCO}_3}}{L_{\text{BaSO}_4}} = 37,7 \end{aligned}$$

Mivel a beoldódó báriumionok mennyisége elhanyagolható a káliumionokéhoz képest, az oldott anionok össz mennyisége érdemben nem változik.

$$[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{SO}_4^{2-}] = [\text{CO}_3^{2-}]_0 = 0,1 \text{ M}$$

A két egyenletet megoldva a karbonát koncentrációja  $0,0974 \text{ M}$ , míg a szulfáté  $2,58 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ . Ergo a reakcióba lépett  $\text{BaSO}_4$  anyagmennyisége  $3,87 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ , tömege  $9,05 \text{ mg}$ .

b) A karbonát hidrolízise során a fenti egyenlet az alábbiak szerint módosul:

$$[\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{SO}_4^{2-}] = 0,1 \text{ M}$$

Valamint a vonatkozó sav-bázis egyensúly:

$$\frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]} = K_H = \frac{K_{s2}}{K_w} =$$

A hidrogén-karbonát további hidrolízisét elhanyagoljuk, így

$$[\text{HCO}_3^-] = [\text{OH}^-]$$

A másodfokú egyenletrendszer megoldva az alábbi értékek adódnak:

$$\begin{aligned} [\text{HCO}_3^-] &= [\text{OH}^-] = 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ M} \\ [\text{CO}_3^{2-}] &= 9,35 \cdot 10^{-2} \text{ M} \\ [\text{SO}_4^{2-}] &= 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ M} \\ [\text{Ba}^{2+}] &= 5,24 \cdot 10^{-8} \text{ M} \end{aligned}$$

Következésképpen az elreagált  $\text{BaSO}_4$  anyagmennyisége  $3,87 \cdot 10^{-6}$  mol, tömege 9,05 mg. Ez gyakorlatilag megegyezik a hidrolízis nélkül számolt eredménnyel, ami nem meglepő, mert a beoldódó szulfát mennyiségére nincs hatással a hidrolízis. Ez utóbbi csak akkor történne meg, ha a káliumhoz képest érdemi mennyiségű lenne az oldatba kerülő bárium.

*A feladat könnyűnek bizonyult, a versenyzők többsége maximális vagy ahhoz közeli pontszámot ért el.*

(Forman Ferenc)

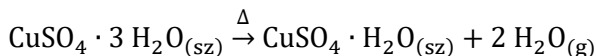
**H361.** a) A feladat szövege alapján az **A** egy vörösesbarna színű gáz mely tömény salétromsav és fémek reakciójában keletkezik. Ez alapján az **A** anyag a  $\text{NO}_2$  volt. A bronzminta rezet, ónt és ólmot tartalmazott. A salétromsavval történő reakció során a rézből várhatóan  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , az ólomból pedig  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  keletkezik. Az ónból azonban  $\text{SnO}_2$  összetételű oxid keletkezik, mely az előzőektől eltérően vízben nem oldódik, valamint fehér színű, így ez lesz a **C** anyag. Az oldat szűrése után a hozzáadott kénsav hatására az oldatból fehér csapadék válik le. A fehér csapadék (**E**) valószínűleg  $\text{PbSO}_4$ , ugyanis a  $\text{CuSO}_4$  vízoldható. A feladat szövege alapján a kénsav hozzáadásakor a kék színű **D** vegyület oldatát kapjuk, ami ezek szerint a  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , hiszen a kristályvízmentes  $\text{CuSO}_4$  nem kék színű.

b) A termogravimetriás elemzés során végbemenő folyamatok során észlelhető tömegváltozásokat az alábbi táblázatban láthatjuk.

Sorszám	Kiindulási hőmérséklet	Végső hőmérséklet	Kiindulási tömeg	Végső tömeg	Tömegváltozás
1	102 °C	113 °C	12,5 g	10,7 g	1,8 g
2	113 °C	218 °C	10,7 g	8,9 g	1,8 g
3	218 °C	650 °C	8,9 g	8,0 g	0,9 g
4	650 °C		8,0 g	4,0 g	4,0 g

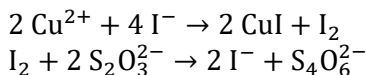
Az előző feladatrész alapján feltételezhetjük, hogy a **D** anyag  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ . Ekkor számítással könnyen ellenőrizhető, hogy az első három lépésben a kristályvíz távozik, míg a negyedik lépésben a  $\text{CuSO}_4$  bomlik, és  $\text{CuO}$  marad vissza. A tömegcsökkenések aránya alapján az

1 mol  $\text{CuSO}_4$ -re jutó 5 mol kristályvíz 2:2:1 arányban távozik hevítés hatására. Ez alapján 2-es folyamatot leíró egyenlet:



A fentiek alapján akkor fogja elérni a minta tömege a 8,0 grammot, amikor az összes kristályvíz eltávozott. Így a minta színe a kérdéses pillanatban fehér lesz.

c) A tisztaságot jodometriás titrálással határozták meg. A mérés során végbement reakciók egyenletei az alábbiak:



Ez alapján megállapíthatjuk, hogy a titrálás során fogyott  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  anyagmennyisége megegyezik a titrált mintában levő  $\text{Cu}^{2+}$  anyagmennyiségével, így a mintában levő  $\text{CuSO}_4$  anyagmennyiségével.

Ennek, illetve annak az ismeretében, hogy ekkor csak a teljes mennyiség tizedét vizsgáltuk megadhatjuk a tisztaság mértékét tömegszázalékban:

$$\begin{aligned} w(\text{tisztaság}) &= \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O})}{m(\text{minta})} \\ w(\text{tisztaság}) &= \frac{n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) \cdot 10}{m(\text{minta})} \\ w(\text{minta}) &= 0,970 = 97,0\% \end{aligned}$$

Tehát a minta 97,0%-ban tartalmazott  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ -t.

*A feladat nem bizonyult nehéznek, azonban többen nem válaszoltak a b) rész második kérdésére, illetve sokan kristályvízmentes  $\text{CuSO}_4$ -ként azonosították a D anyagot. Az átlagpontszám 8,36 lett. Hibátlan megoldást küldött be Saracco Lucio és Viczián Dániel.*

(Ficsór István Dávid)

**H362.** a) Egy lúgos oldatban könnyen belátható, hogy az alpmolekula nem fog erős savakká protonálódni, az első két felsorolt speciesszel nem kell számolnunk. A maradék 5 koncentrációit a savállandók kötik össze, az elsőre felírhatjuk (legyen  $\text{H}_4\text{E}$  az alpmolekula):

$$K_{a3} = \frac{[H^+][H_3E^-]}{[H_4E]}$$

majd sorban az összesre. A  $K_{a6}$ -ra felírt egyenletből fejezzük ki a  $K_{a5}$ -re felírtban szereplő  $[HE^{3-}]$ -t!

$$K_{a5} = \frac{[H^+][HE^{3-}]}{[H_2E^{2-}]} = \frac{[H^+] \frac{[H^+][E^{4-}]}{K_{a6}}}{[H_2E^{2-}]} = \frac{[H^+]^2[E^{4-}]}{[H_2E^{2-}]K_{a6}}$$

Ha az így kapott kifejezést felhasználva minden előző egyenletnél megtesszük ugyanezt, a kapott egyenletekben minden esetben szerepel a teljesen deprotonált forma, illetve a protonok koncentrációja. Az oldatban lévő EGTA kezdeti koncentrációja nyilván az összes speciesz koncentrációjának összege, így:

$$c_{EGTA} = [E^{4-}] + [HE^{3-}] + [H_2E^{2-}] + [H_3E^-] + [H_4E]$$

A  $K_{a6}$ -ra felírt és az előbb kapott kifejezéseket átrendezve használva és  $[E^{4-}]$ -t kiemelve:

$$c_{EGTA} = [E^{4-}] \left( 1 + \frac{[H^+]}{K_{a6}} + \frac{[H^+]^2}{K_{a6}K_{a5}} + \frac{[H^+]^3}{K_{a6}K_{a5}K_{a4}} + \frac{[H^+]^4}{K_{a6}K_{a5}K_{a4}K_{a3}} \right)$$

A zárójelben szereplő kifejezés értékét szokták  $\alpha_H$ -nak nevezni és mint látjuk, adott pH-n közvetlenül megmondja a teljesen disszociált forma hányadát. Ez most 1,36768-nak adódik pH=10 esetén, így átrendezve azt kapjuk:

$$\frac{[E^{4-}]}{c_{EGTA}} = 0,73116$$

Tehát közelítőleg 73%-a lesz a bemért EGTA-nak teljesen disszociált formában.

b) Először is tudnunk kell, hogy az EGTA az EDTA-hoz hasonlóan csakis egyetlen Ca-iont koordinál, teljesen disszociált formában, 1:1 arányban reagálva. A képződésre felírhatjuk:

$$K_{CaE} = \frac{[CaE^{2-}]}{[Ca^{2+}][E^{4-}]}$$

Az előző feladatrész kifejezése is módosul (a  $CaE^{2-}$ -t is a specieszek közé írjuk és hasonlóan kiemelünk):

$$c_{\text{EGTA}} = [\text{E}^{4-}] (\alpha_{\text{H}} + K_{\text{CaE}} [\text{Ca}^{2+}])$$

Ami így  $c_{\text{EGTA}} = [\text{E}^{4-}] \cdot 1,4791 \cdot 10^7$ -nek adódik ( $[\text{Ca}^{2+}] = 10^{-3,8}$ ). A Mg-t is bele kellene foglalni, ám hamar látható, hogy az 5 nagyságrenddel kisebb állandó miatt az összegből elhagyható.

Legyen  $V_0$  az oldat térfogata a titrálás kezdetén,  $V$  pedig a hozzáadott EGTA oldat térfogata. Ideális esetben pontosan akkor látjuk a végpontot, mikor  $V = V_0$ , hisz a Ca ionok és az EGTA 1:1 arányban reagálnak és azonos a koncentrációjuk.

Vizsgáljuk meg a reális esetünket! A Ca összkoncentrációjára felírhatjuk, hogy a hígulást figyelembevéve (híg oldatok miatt összeadható térfogatokat feltételezve):

$$\begin{aligned} c_{\text{Ca}} &= 0,01 \frac{V_0}{V_0 + V} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{CaE}^{2-}] = \\ &= 10^{-3,8} + K_{\text{CaE}} \cdot 10^{-3,8} \cdot [\text{E}^{4-}] \end{aligned}$$

Valamint a hígulással szintén:

$$[\text{E}^{4-}] = c_{\text{EGTA}} \cdot 6,76087 \cdot 10^{-8} = 0,01 \frac{V}{V_0 + V} \cdot 6,76087 \cdot 10^{-8}$$

A két kifejezést egyesítve a két térfogat arányára azt kapjuk, hogy

$$V = 0,9688 \cdot V_0$$

Tehát a kellő mennyiség 96,88%-át csepegtettük csak hozzá, amikor láttuk a végpontot. Azaz a titrálási hiba -3,12%.

*A feladatra Gerendás Roland küldte be a legteljesebb megoldást. Érdekes utánanézni a sztöchiometriának, ha nem vagyunk biztosak benne, többen már ott elcsúsztak a b) résszel, többen pedig a szabad Ca koncentráció fogalmát értelmezték félre. Nem egyedi hiba volt még a hígulás teljes figyelmen kívül hagyása.*

(Szobota András)

**H363.** a) Egy arany nanorészecske átmérőjéből megkapható a térfogata, a sűrűsége és az arany relatív atomtömege segítségével pedig a benne levő arany anyagmennyisége, tehát atomjainak száma is.

Egy összefüggésbe tömörítve a lépéseket:

$$N = \frac{\pi \rho N_A D^3}{6M} = 3,09 \cdot 10^4$$

Az arany teljes koncentrációja az oldatban megegyezik a kiindulási  $\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  koncentrációjával, azaz  $1,04 \cdot 10^{-4}$  M. A nanorészecskék atomszámával osztva ebből már a nanorészecskék koncentrációját kapjuk meg:  $3,36 \cdot 10^{-8}$  M.

A moláris abszorpciós koefficiens kiszámításához ismernünk kell a fényút hosszát is, ami a feladatban explicite nem szerepelt, de a gyakorlatban szinte mindig 1 cm.

$$\varepsilon = \frac{A}{lc} = \frac{0,8}{1 \cdot 3,36 \cdot 10^{-8}} = 2,38 \cdot 10^7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

b) A C-vitamin meghatározás kulcsa az, hogy az aranytartalmú reagens feleslegben van, tehát a C-vitamin mennyiségével arányos mennyiségben keletkeznek az egységes méretű arany nanorészecskék. A nanorészecskék koncentrációjával pedig arányos a mért abszorbancia.

$$\begin{aligned} A_1 &\sim c_x & A_2 &\sim (c_0 + c_x) \\ \frac{A_1}{A_2} &= \frac{c_x}{c_0 + c_x} \\ 0,3 &= \frac{c_x}{5 + c_x} \\ c_x &= 2,14 \text{ } \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

*Az ilyen feladatoknál oly gyakori sugár/átmérő tévesztés néhány beküldőt itt is megtévesztett. A másik gyakori buktató a szokatlan, a nanorészecskék koncentrációjával számított abszorpciós koefficiens volt.*

(Magyarfalvi Gábor)

**H364.** Az adatok alapján a CO és az  $\text{H}_2$  égéshője 282,99 kJ/mol, illetve 241,83 kJ/mol. Induljunk ki 2 mól vízgázból. Ennek égéséhez 1 mol oxigén szükséges. Az égés után visszamaradó gázban tehát 1-1 mol vízgőz, szén-dioxid és oxigén lesz. Ezek mellett a szükséges 2 mol oxigént a levegőben kísérő 7,524 mol nitrogén van a keverékben.

Adiabaticus folyamat lévén tekinthetjük úgy, hogy a reakciókban felszabaduló 524,82 kJ hő ezt a négykomponensű keveréket hevíti, aminek a moláris hőkapacitása:

$$C = \sum nC_p = 33,58 + 37,13 + 29,36 + 29,12 \cdot 7,524 = 319,16 \text{ J/K}$$

A hőmérsékletemelkedés tehát  $\Delta T = \Delta H/C = 1644 \text{ K}$ . A gázelegy maximális hőmérséklete ezek szerint 1942 K.

*A feladat diákolimpiai gyakorlónak meglepően egyszerű, nagy ötletet nem igényelt. Az átlageredmény ennek megfelelően 80% felett volt.*

(Magyarfalvi Gábor)

**H365.** Ha  $p$  szénatom van a konjugált rendszerben, akkor benne  $p/2$  kettős kötés, és a  $\pi$ -elektronrendszerben  $p$  elektron van. Mivel a modellben az  $n$  adott értékeihez tartozó pályákon csak két elektron lehet, így az „utolsó” elektron (a legmagasabb betöltött pálya = HOMO) esetében  $n = p/2$ , így felírhatjuk, hogy:

$$E(\text{HOMO}) = \frac{\left(\frac{p}{2}\right)^2 h^2}{8m(p \cdot 1,4 \cdot 10^{-10})^2} = 7,685 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Érdekes, hogy ez  $p$  értékétől független.

Elég hasonló a logika a legalacsonyabb betöltetlen (LUMO) pálya esetén is.

$$E(\text{LUMO}) = \frac{\left(\frac{p}{2} + 1\right)^2 h^2}{8m(p \cdot 1,4 \cdot 10^{-10})^2} = \frac{(p + 2)^2}{p^2} 7,685 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Az átmenet energiája a kettő különbsége:

$$E = \left(\frac{(p + 2)^2}{p^2} - 1\right) 7,685 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{p + 1}{p^2} 3,074 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Ezt hullámhosszra átalakítva:

$$\lambda = \frac{h}{cE} = \frac{hcp^2}{(p + 1)3,074 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = \frac{p^2}{p + 1} 6,46 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

A látható fény hullámhossztartománya durván 380-750 nm. Tehát:

$$380 \text{ nm} < \frac{p^2}{p+1} 64,6 \text{ nm} < 750 \text{ nm}$$

A pozitív páros számok közül ez a  $p = 8, 10, 12$  értékekre teljesül, tehát a modell szerint a színes poliének az okta-1,3,5,7-tetraén, a deka-1,3,5,7,9-pentaén és a dodeka-1,3,5,7,9,11-hexaén.

*Valamiért a diákolimpiák szervezői erősen vonzódnak a dobozba zárt elektron modelljéhez, és mindig próbálkoznak az alapösszefüggés segítségével valami ötletes kérdést feltenni. Az idén az egyik versenyzőnknek sikerült ebben felülmúlnia a szervezőket.*

(Sajósi Benedek, Magyarfalvi Gábor)

**H366.** a) A bután-1-ol felületi feszültsége  $\sigma = 0,0261 \text{ N/m}$ , moláris tömege  $M = 0,0741 \text{ kg/mol}$ , sűrűsége  $\rho = 810 \text{ kg/m}^3$ , továbbá ismert, hogy  $R = 8,314 \text{ J/(Kmol)}$ ,  $T = 273 \text{ K}$  és a  $p/p_0$  hányados értéke 4. Mindezeket behelyettesítve a megadott Kelvin-egyenlet átrendezett alakjába megkapjuk a cseppek átlagos sugarának értékét:

$$r = \frac{2 \cdot 0,0261 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,0741 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}} \cdot 273 \text{ K}} (\ln 4)^{-1} = 1,52 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Egy csepp térfogata (feltételezve, hogy az gömb alakú) a  $V = (4 \cdot r^3 \cdot \pi) / 3$  összefüggés alapján  $1,46 \cdot 10^{-26} \text{ m}^3$ . Ezt megszorozva a sűrűség értékével a csepp tömege  $m = 1,46 \cdot 10^{-26} \text{ m}^3 \cdot 810 \text{ kg/m}^3 = 1,19 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$ . Ebből kiszámítható az egy csepp bután-1-olban található molekulák anyagmennyisége:  $1,19 \cdot 10^{-23} \text{ kg} / 0,0741 \text{ kg/mol} = 1,60 \cdot 10^{-22} \text{ mol}$ . Ezt az értéket az Avogadro-állandóval megszorozva kapjuk meg, hogy hány molekula jut egy cseppre:  $1,60 \cdot 10^{-22} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 96 \text{ db}$ .

b) A bután-1-ol forráspontja  $T_2 = 390,5 \text{ K}$ , a forrásponton a telített gőznyomás megegyezik a külső légnyomással, azaz  $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$ . Az előző kísérletben  $T_1$  értéke  $273 \text{ K}$  volt, az ehhez tartozó  $p_1$  értéket megkaphatjuk a Clausius-Clapeyron-egyenlet segítségével, ha tudjuk, hogy a moláris párolgáshő értéke  $\Delta_p H = 50100 \text{ J/mol}$  és  $R = 8,314 \text{ J/(Kmol)}$ . Ezeket behelyettesítve az

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



összefüggésbe,  $p_1 = 130,5$  Pa értéket kapunk a bután-1-ol telített gőznyomására 273 K-en. Az a) feladatrész alapján ennek a négyszeresénél, vagyis 522 Pa parciális nyomás értéknél kezdődik el a bután-1-ol kondenzációja.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,5 pont. Szép megoldást küldött be Fekete Martin és Nemeskéri Dániel. Gyakori problémát jelentett az egyes fizikai mennyiségek megfelelő mértékegységekre történő átváltása.*

(Vörös Tamás)

**H367.** a) Az AgI  $\gamma$  módosulatának kristályában az ezüstionok a jodidionok által alkotott tetraéderek súlypontjában vannak, az Ag-I távolság a súlypontot a tetraéder csúcsával összekötő szakasz hossza, amely a kocka alakú elemi cella testátlójának negyede, vagyis  $0,25 \cdot 647,3 \text{ pm} \cdot \sqrt{3} = 280,3 \text{ pm}$ .

A  $\gamma$  módosulat elemi cellájának térfogata  $(647,3 \text{ pm})^3 = 2,712 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3$ , azaz  $2,712 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$ . Az elemi cellában összesen 4 db jodidion (a csúcsokon  $8 \cdot 1/8$ , a lapközpontokon  $6 \cdot 1/2$ ), valamint a tetraéderes helyek felében 4 db ezüstion található. Tehát egy elemi cellára 4 db AgI jut, ennek tömege  $4 \cdot 234,8 \text{ g/mol} / (6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 1,560 \cdot 10^{-21} \text{ g}$ . Ezekből kiszámítható az ezüst-jodid  $\gamma$  módosulatának sűrűsége:  $1,560 \cdot 10^{-21} \text{ g} / 2,712 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3 = 5,75 \text{ g/cm}^3$ .

b) Az  $\alpha$  módosulat köbös elemi cellájában összesen 2 db jodidion (a csúcsokon  $8 \cdot 1/8$ , a cella közepén további 1) található és ehhez 2 db, szabadon mozgó ezüstion tartozik. Tehát egy elemi cellára 2 db AgI jut, ennek tömege  $2 \cdot 234,8 \text{ g/mol} / (6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 7,798 \cdot 10^{-22} \text{ g}$ . Az elemi cella térfogata  $(504 \text{ pm})^3 = 1,28 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3 = 1,28 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$ . Ezek alapján kiszámítható az ezüst-jodid  $\alpha$  módosulatának sűrűsége:  $7,798 \cdot 10^{-22} \text{ g} / 1,28 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3 = 6,09 \text{ g/cm}^3$ .

*A feladatra összesen 8 hibátlan megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,8 pont.*

(Vörös Tamás)

**H368.** a) Az etilén az elektrolízis során a katódon keletkezett az alábbi reakcióegyenlet szerint:  $2 \text{ HCO}_3^- + 8 \text{ H}_2\text{O} + 12 \text{ e}^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 14 \text{ OH}^-$ . Az

1 óra alatt előállított etén térfogata  $90,0 \text{ cm}^3 \cdot 0,00519 = 0,467 \text{ cm}^3$   
 $0^\circ \text{C}$ -on és  $101325 \text{ Pa}$  nyomáson. Ilyen körülmények között a gázok  
 moláris térfogata  $22410 \text{ cm}^3/\text{mol}$ , az óránként előállított  $\text{C}_2\text{H}_4$   
 anyagmennyisége  $0,467 \text{ cm}^3/22410 \text{ cm}^3/\text{mol} = 2,084 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ , tömege  
 $2,084 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 28,05 \text{ g/mol} = 5,85 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ , azaz  $0,585 \text{ mg}$ . Ekkora  
 mennyiségű etilén előállításához a fenti reakcióegyenlet alapján  
 $12 \cdot 2,084 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 96500 \text{ C/mol} = 24,13 \text{ C}$  töltés szükséges.  $10,0 \text{ mA}$   
 áramerősséggel elektrolizálva  $1,00$  óra alatt  $36,00 \text{ C}$  töltés halad át a  
 rendszeren, tehát a redukció Faraday-hatásfoka

$$24,13 \text{ C}/36,00 \text{ C} = 0,670, \text{ azaz } 67,0\%.$$

b) A feladatban szereplő adatokat a Langmuir adszorpciós izotermába  
 helyettesítve az alábbi egyenleteket kapjuk:

$$\frac{69,2 \text{ dm}^3/\text{kg}}{V_m} = \frac{\alpha \cdot 5,2 \text{ kPa}}{1 + \alpha \cdot 5,2 \text{ kPa}}$$

valamint

$$\frac{82,6 \text{ dm}^3/\text{kg}}{V_m} = \frac{\alpha \cdot 13,5 \text{ kPa}}{1 + \alpha \cdot 13,5 \text{ kPa}}$$

Az egyenletrendszer megoldása  $\alpha = 0,537 \text{ kPa}^{-1}$  és  $V_m = 94,0 \text{ dm}^3/\text{kg}$ ,  
 utóbbi érték az aktív szén fajlagos adszorpciós kapacitása. Az  $1,00 \text{ kg}$   
 aktív szén által maximálisan megköthető szén-dioxid-molekulák  
 mennyisége  $94,0 \text{ dm}^3/24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 3,84 \text{ mol}$ , azaz  $2,31 \cdot 10^{24}$  db. Az  
 általuk elfoglalt terület:  $2,31 \cdot 10^{24} \cdot 0,32 \cdot (10^{-9} \text{ m})^2 = 7,39 \cdot 10^5 \text{ m}^2$   $1,00 \text{ kg}$   
 aktív szén esetén. A fajlagos felület értéke tehát  $739 \text{ m}^2/\text{g}$ .

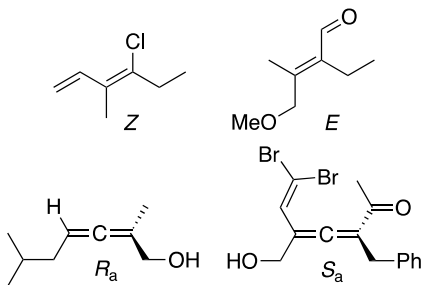
*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,9 pont. Szép  
 megoldást küldött be Bodnár Mária, Kovács Bereniké és Viczián Dániel.*

(Vörös Tamás)

**H369.** a) A CIP konvenció alapján az egyes vegyületek abszolút  
 konfigurációja a következő volt:

**A:** Z; **B:** E; **C:**  $S_a$ ; **D:**  $S_a$ .

b) A felírt abszolút konfigurációknak a következő szerkezetek felelnek  
 meg:

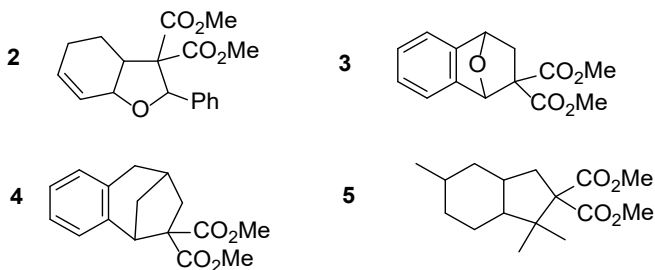


c) A három kumulált kettős kötés esetében mind a négy szubsztituens egy síkban található, így a geometriai izoméria jelenségét mutatják, míg a négy kumulált kettős kötéses vegyületek királisak.

(Varga Szilárd)

**H370.** a) Az égéshők alapján a ciklohexán a stabilabb. Ez a szögfeszültségekkel magyarázható, ugyanis a ciklopropánban jelentősen eltér a C-C-C szög a tetraéderestől, míg a ciklohexánál nincs eltérés.

b) A következő termékek keletkeznek az átalakítások során:



(Varga Szilárd)

## KERESD A KÉMIÁT!



**Szerkesztő: Keglevich Kristóf**

### **Kedves Diákok!**

Véget ért a 2021/2022-es tanév *Keressd a kémiát!* versenye. Az összes forduló feladatait beküldők közül a maximális 120 pontból 116-ot összegyűjtve Tóth Miklós (Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog, tanára: Pénzeli Péter) lett a legeredményesebb. Az ezüstérmet 113 ponttal Horváth Lilla (Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium, tanára: Kertész Róbert) szerezte meg. Harmadik lett Guzmits Helga (107.5 pont, Soproni Széchenyi István Gimnázium, tanára: Kiss-Huszta Pálma). A negyedik helyen végzett Lelkes Máté (103 pont, Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár, tanára: Szabó Endre), 101,5 ponttal pedig megosztott ötödik lett Viczkó Csaba Péter (ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest, tanára: Sebő Péter) és Vörös Angéla (Soproni Széchenyi István Gimnázium, tanára: Kiss-Huszta Pálma). Mindannyiuknak gratulálunk!

Miklós, Lilla és Helga jutalma a KÖKÉL egy éves előfizetése.

\*

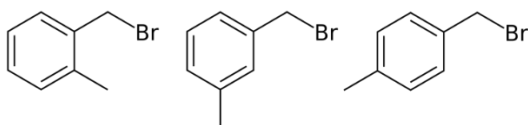
### **A 2022/1. és 2. számban kitűzött feladatok megoldása**

#### **6. idézet: I. világháború korabeli harci gázok és gázálarc**

Az első világháborúban számos harci gázt vetettek be mind a központi hatalmak, mind az antant. A harci gáz tömeges alkalmazásának ötlete **Fritz Haber** (1868–1934) német tudóstól eredt, aki egy alkalommal tanúja lett, hogy egy üzemi baleset során a klórömlés több munkatársának

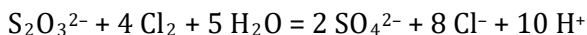
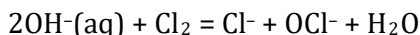
halálát okozta. Haber a szerencsétlenségben lehetőséget látott, és kidolgozta a klór frontra szállításának és kifújásának módozatait. A „vegyiháború atyjának” felesége, **Clara Immerwahr** (1870–1915) – szintén kémikus, az első nő, aki Németországban egyetemen doktorált – férje háborúba való belebonyolódása miatt öngyilkos lett.

A klór mellett leggyakrabban a **foszgént** ( $\text{COCl}_2$ ) és a **mustárgázt** ( $\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-S-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$ ) alkalmazták. Ezekon kívül számos más harci gázt próbáltak ki az első világháború során, pl. a **xilil-bromidot** – könnygáz – vagy a nem halálos, szintén erősen könnyeztető **bromacetont** ( $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{Br}$ ).



*Orto-, meta- és para-xilil-bromid*

Az első világháború során védekezésül először az úgynevezett nedves álarcok tűntek föl, amelyek a **kemoszorpció** elvén működtek, vagyis kémiai reakció révén kötötték meg a mérgező gázt. Általában hamuzsír (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) vagy nátrium-tioszulfátot (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) tartalmaztak. Előbbi lúgos kémhatása révén, utóbbi mint jó redukálószer „semlegesítette” az oxidáló hatású klórt. Klórmegkötő képessége miatt a nátrium-tioszulfát egyik köznapi neve antiklór.



A reakcióegyenletek felírásával a versenyzőknek sok gondjuk akadt. A reaktánsok képletét a netes böngészőkbe beütve rengeteg téves egyenletet találhatunk.

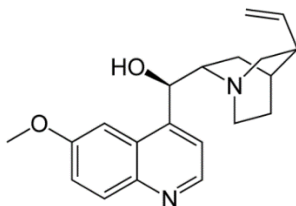
Sok modern gázálarcban **aktív szén** van, mert az aktív szén nagy fajlagos felülete miatt jó **adszorbens**. Jó néhány 21. századi munkakör esetén ajánlott légzésvédő készülék használata: pl. tűzoltó, festékszóróval dolgozó festő, nyersvas lecsapolása, gázkonverter közelében végzett munkák, bontási munkák.

## 7. idézet: paraffin és viasz, továbbá kézápolás

A **brillantín** ricinusolajból, glicerinnél, etil-alkoholból és aromaanyagokból álló haj- és szakállkenő szer, a haj és szakáll fényesbítésére és puhítására szolgál. A **paraffin** szó jelentése: alkán, vagyis telített, nyílt láncú szénhidrogén ( $C_nH_{2n+2}$ ). A ma használatos gyertyák anyagát szilárd halmazállapotú alkánmolekulák adják, amelyek a kőolajfinomítás során keletkeznek. Ebből következően a paraffingyertyának kémiai értelemben nincs viasza, hiszen anyaga szénhidrogén, míg a **viaszok** nagy szénatomszámú észterek, tehát kötött oxigént is tartalmaznak. A méhviaszgyertya tehát valóban viasszá olvad, a paraffingyertya csak átvitt értelemben. A kozmetikusok véleménye megoszlik abban a kérdésben, hogy jót tesz-e a bőrnek a paraffinos kézápolás. Van, aki szerint a bőr jól tolerálja a paraffinokat, amelyek megvédik a káros hatásoktól. Mások úgy vélekednek, hogy mivel apolárosak, szinte lemoshatatlan réteget képeznek a bőr felületén, ezért gátolják a bőrlégzést, ezáltal károsítják és öregbítik a bőrszerkezetet.

## 8. feladat: a kinin

A lázcsillapító hatású **kinin** – egy fehér színű, szilárd halmazállapotú alkaloida – a dél-amerikai kínafa kérgéből vonható ki. Fölhasználásával sikerült visszaszorítani a **maláriát** (váltólázat). A spanyolnátha, egy vírus okozta 1918-1919-i világjárvány leküzdésében már nem volt ilyen hatékony, bár jobb megoldás híján próbálkoztak vele. Molekulájában étercsoport, alkoholos hidroxilcsoport, nitrilcsoport (azaz terciér aminocsoport) fordul elő, illetve egy piridinszerű nitrogénatomot is tartalmaz.



Orvosságként nem kinint, hanem kinin-hidrokloridot vagy kinin-szulfátot forgalmaztak, ugyanis a kinin nem oldódik vízben elég jól, viszont aminocsoportja miatt bázisként viselkedik. Sói ionvegyületek lévén jobban oldódnak.

A kinint ma is használják a **tonik** (Kinley Tonic, Canada Dry) ízesítéséhez és egyes **vermut**fajtákban is előfordul.

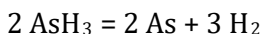
Érdekesség, hogy homeopátia megszületése is kapcsolatos a kininnel: Samuel Hahnemann önmagán kininnel kísérletezve kezdte el kidolgozni a hasonszervi gyógy mód rendszerét. Sok versenyző kifejtette (szerencsére), hogy a homeopátia placebohatáson túli hatásosságát soha nem támasztották alá tudományos és klinikai vizsgálatokkal. Ez nem csoda, hiszen a hatalmas hígítások miatt a homeopátiás készítmények gyakorlatilag egyáltalán nem tartalmaznak hatóanyagot.

### **9. idézet: az arzén, telt idomú hölgyek, a Scheele- és a schweinfurti zöld**

Maga az elemi arzén nem annyira mérgező, szervesetlen vegyületei annál inkább. A 19. században **arzén(III)-oxidot** ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) árultak **patkányméreg**ként. Ugyanez a vegyület a mai napig orvossággént is használatos a **leukémia gyógyításában** (infúzióként) Trisenox néven. Ennek generikus – a szabadalmi oltalom lejártá után azonos hatóanyaggal utángyártott – gyógyszere az Arsenic trioxide Accord.

A detektívregényekben szereplő arzénon is arzén(III)-oxidot kell értenünk. Agatha Christie könyveiben orvosi szemmel nézve is elég pontosan írta le az arzén és más anyagok okozta mérgezés tüneteit. Birtokában volt bizonyos szintű gyógyszerészi tudásnak, hiszen az első világháborúban vöröskeresztes ápolónőként dolgozott a torquayi kórházban, majd egy gyógyszer-laboratóriumban is megfordult.

Törvényszéki tárgyalásokon a 19. század közepétől a **Marsh-próbát** használták annak bizonyítására, hogy egy minta tartalmaz-e arzént. Pozitív esetben **arzéntükör** keletkezett. Az eljárás a következőképpen zajlott: a minta oldatához savat és szilárd cinket adtak. A cinkből fejlődő hidrogén az arzén oldható vegyületeit arzinná ( $\text{AsH}_3$ ) redukálja (ez egy színtelen, mérgező, fokhagymához hasonló szagú gáz). Ha ezt a gázt egy fölhevített üvegsövön vezetjük keresztül, elemeire bomlik, és az arzén barnásfekete „tükörként” rakódik le a fűtött rész után (különösen, ha azt az üvegszöszakaszt hűtjük is). Az arzéntükör képződésének reakcióegyenlete:



A kis mennyiségben a szervezetbe kerülő arzén **ödémát** okoz, azaz az erek nem megfelelő működése miatt a szövetek között folyadék gyülemlik föl. Kis mennyiségben történő szedésével a hölgyek teltebb idomokra és fénylő, feszes arcbőrre tehettek szert. Így az auripigmentből ( $As_2S_3$ ) kivont arzént kozmetikai készítményekben is alkalmazták pl. a 19. századi Stájerországban. A korábbi feladatban említett Arsenic trioxide Accord gyógyszernek is egy lehetséges mellékhatása az ödémaképződés. Ezenkívül az arzén a tiroxin nevű hormon képződését is gátolja, így módon csökkenti a sejtek oxigénfölvételi kapacitását. A vér glükóztartalma ezért nagyobb arányban alakul glikogénné és raktározódik a májon kívül az emberi test másodlagos nemi jellegének megfelelő izomszövetekben, ami szintén gömbölyűbbé tette a nőket, a férfiakat pedig zömökebbé.

Carl Wilhelm Scheele (1742–1786) német anyanyelvű, Svédországban élt vegyész – a klór, a mangán, a glicerin, az acetaldehyd és számos más anyag felfedezője / előállítója – szabadalma volt a később **Scheele-zöld**-nek vagy svédzöldnek nevezett zöld festék, melynek – bizonyos határok között változó – összetételét az irodalom a  $CuHAsO_3$  képlettel közelíti. Hasonló összetételű a 19. század elején kifejlesztett **schweinfurti zöld** (későbbi nevén Paris green, a festészetben gyakran emerald green), azaz réz(II)-acetát és réz(II)-metaarzenit ( $Cu(CH_3COO)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$ ). Mindkét színezéket használták kelmefestékként (ruhák, tapéták). Arzéntartalmuk miatt egyes esetekben a varrónők haltak meg, más alkalmalmmal maguk a dámák is. Ezért alakult ki a hagyomány, hogy a nagy divatházak nemigen készítenek zöld női ruhákat. A 19. századi festőművészek ugyanakkor szerették a zöldnek ezt az árnyalatát, mert kék és sárga keverésével nem volt előállítható, valamint tartósabbnak is bizonyult, mint az addig ismert zöldek. A két pigmentet nem könnyű elkülöníteni egymástól. Példaképpen egy Kersting- (Scheele-zöld) és egy van Gogh-festményt (schweinfurti zöld) mutatok be.

(A megoldók közül csak Horváth Lilla figyelt föl arra, hogy az „arzéntartalmú zöld pigmentanyag” két festéket is jelenthet.)





*Georg Friedrich Kersting: A hímnőző (1817). Muzeum Narodowe w Warszawie, Varsó (Lengyelország)*

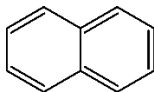


*Vincent van Gogh: Önarckép (1888). Harvard Art Museums, Boston (USA)*

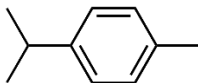
(Keglevich Kristóf)

## 10. idézet: a kámfor

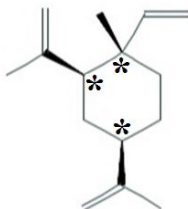
A **kámfor** karbonilcsoportot tartalmazó, szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú, erősen szublimáló anyag. A szublimáló tulajdonságából ered a mondás is: „elillant, mint a kámfor”. A kámfor mellett molyirtásra használták a **naftalint** is, ami egy aromás szénhidrogén.



Az 1-izopropil-4-metilbenzol, más néven **p-cimol**, 134,2 g/mol moláris tömegű és akirális, mivel nem tartalmaz olyan szénatomot, amelynek négy különböző liganduma lenne.



A **béta-elemén** ezzel szemben három kiralitáscentrumot is tartalmaz. Mindkét vegyület a **terpének** közé tartozik.



A kézkrém tömege a sűrűség ismeretében 43 g. Az 1-izopropil-4-metilbenzol tömege ebből  $0,00078 \cdot 43 \text{ g} = 0,0034 \text{ g}$ . Ne felejtsük el, hogy bár a 0,0078 tömegszázalék kicsi érték, ennek századrészével szorzunk a tömeg számításakor! A tömegszázalék újbóli felhasználásával kiszámolható, hogy a krémnek 2,5 g-ja 0,000195 g 1-izopropil-4-metilbenzolt tartalmaz. Ez azonban nem feltétlenül szívódik fel mind a megadott bőrfelületen 10 perc alatt, ezt ellenőriznünk kell. Feltételezve, hogy a felszívódás egyenletes, 10 perc alatt az 1 óra alatt felszívódó mennyiség hatodrésze, azaz  $42,3 \mu\text{g}$  szívódik fel  $\text{cm}^2$ -enként.  $380 \text{ cm}^2$ -en ez 380-szor annyi, tehát összesen legfeljebb  $16\,087 \mu\text{g}$ , azaz 0,016 g szívódhatott fel. Ez az érték jóval nagyobb, mint 0,000195 g, ezért az összes 1-izopropil-4-metilbenzol felszívódott.

Guzmits Helga és Tóth Miklós hibátlan megoldást küldött be.

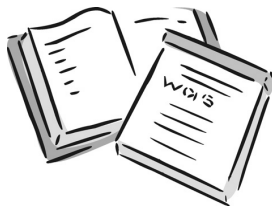
(Szörényi Sára)

\*

A harmadik forduló megoldásai nagyon szépen sikerültek, majdnem hibátlan lett Tóth Miklós, Vörös Angéla és Guzmits Helga munkája. A negyedik forduló során Tóth Miklós, Guzmits Helga, Horváth Lilla és Pödör Réka Anna flexelt. Számos versenyző nem csak a kérdésre válaszolt egyikét szóban, hanem egy-egy problémakör kapcsán kis kutatást végezve valóságos mikrotanulmányt írt. (Ha azonban a föltett konkrét kérdésre nem érkezik válasz, nem adható maximális pont!) Elegáns a források megadása, amivel néhány diák élt is. Több munka kimondottan szépen, esztétikusan volt szerkesztve, így pl. Lelkes Mátéé, Tóth Miklósé. A pontszámok az alábbiakban olvashatóak.

	<b>név</b>	<b>6.</b>	<b>7.</b>	<b>8.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>Σ</b>
1.	Bara Gabriella	13,5	4	6	11	11	<b>45,5</b>
2.	Bodor Boldizsár	10,5	2	5,5	5	13	<b>36</b>
3.	Guzmits Helga	13	5	9	13	16	<b>56</b>
4.	Halwax Kinga	12,5	3,5	9	12	8	<b>45</b>
5.	Horváth Lilla	14	5	9	14	15	<b>57</b>
6.	Lelkes Máté	13	4	6	13	12	<b>48</b>
7.	Pödör Réka Anna	13,5	3	7	14	15	<b>52,5</b>
8.	Szabó Fanni Mariann	13	4	9	-	-	<b>26</b>
9.	Tóth Miklós	14	5	9	14	16	<b>58</b>
10.	Viczko Csaba Péter	12,5	4	6	11,5	14	<b>48</b>
11.	Vörös Angéla	14,5	4	9	13	9	<b>49,5</b>

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia németül

*Szerkesztő: Horváth Judit*

*A 2021/5. számban megjelent szakszöveg fordítása:*

### Elsőgenerációs<sup>1</sup> bioüzemanyagok: a repcedízel

A **biodízel** említésekor a legtöbb embernek **virágzó repceföldek** jutnak az eszébe. És valóban<sup>2</sup>, Németországban elsősorban repceből nyerik a biodízelt. Kiindulási anyagként azonban más **növényi olajok**, továbbá **használt étolaj**<sup>3</sup> és **állati zsiradékok** is lehetségesek. Míg Közép-Európában éghajlati okok miatt a **repce** az uralkodó a biodízel előállításánál, addig Ázsiában rendszerint **kókuszolajból**, Amerikában pedig **szójaolajból** történik a gyártása. A maradékokból (**állati zsírok, faggyú, disznózsír**) gyártott biodízel is egyre nagyobb jelentőséget kap. A termesztett biomasszából nyert biodízelhez képest elsősorban a csekélyebb mértékű kibocsátása az üvegházhatást okozó gázoknak az, amit a használt élelmi zsiradékokból nyert biodízel előnyeként hoznak fel.

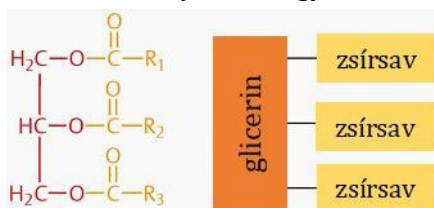
#### Történet

Az 1900-ban rendezett párizsi világkiállításon **Rudolf Diesel** egy **tisztán növényi olajból álló üzemanyag** alkalmazását tesztelte. Ezen a kiállításon bemutatták az Otto<sup>4</sup> gyártó cég egy kis dízelmotorját, melybe mogyoróból kinyert olajat töltek. A motor kifogástalanul működött, holott csak **ásványi olajra** tervezték. G. Chavanne-nak a növényi olajok metanollal történő átészterezéséről szóló 1937-es szabadalmának bejelentésével fellendült a biodízel használata.

A biodízel a kémikus számára valamely **növényi olaj metilészterét\*** ill. **zsírsav-metilésztert** jelent, melyet Fatty Acid Methyl Ester-ként<sup>5</sup> (FAME-ként) is emlegetnek. Ezen kívül a **repceolaj-metilészterre** az **RME** rövidítés is használatos. Tehát a biodízel nem tévesztendő össze magával a növényi olajjal, hanem<sup>6</sup> abból kerül előállításra.

\*Az észterek alkoholból és savból álló vegyületek<sup>7</sup>.

Az adott zsírsav-metilésztert a zsírok és olajok metanollal történő **átészterezési reakciójában állítják elő**. A **zsírok** különálló<sup>8</sup> alkotórészekből tevődnek össze<sup>9</sup>. Ezek az építőelemek **mindig<sup>10</sup> négy komponensből** állnak: **glicerinből és 3 zsírsavból**. A triglicerid **glicerinjét metanolra cserélik**, ezáltal a **molekula** csak **egyharmad<sup>11</sup> akkora** lesz, mint a triglicerid. A **trigliceridek** önmagukban **alkalmatlanok** a közvetlen felhasználásra, mert a **viszkozitásuk** (folyással szembeni ellenállásuk)<sup>12</sup> túl nagy.



*Egy triglicerid*

Az ásványolaj-nagyvállalatok **7%-nyi mértékig (B7) kevernek** biodízelt a hagyományos dízelbe anélkül, hogy a gépjármű-tulajdonosoknak különös műszaki feltételekre kellene ügyelniük. A biodízel a fosszilis dízel alternatívája, és B5 és B7 bekeverési arányban forgalmazzák. Ezen kívül különösen<sup>13</sup> **teherautókba** lehet **tiszta biodízelt (B100)** tankolni. Tiszta üzemanyagként jelenleg csak csekély mennyiségben használnak biodízelt.

A repceolaj-metilészternek a dízelüzemanyagba történő bekeverése csekély mértékben hozzájárul ahhoz, hogy mérsékeljük a fosszilis forrásból származó szén-dioxid-kibocsátást. Az RME életciklusát teljeskörűen szemlélve<sup>14</sup> az ásványi dízel helyettesítése 37% körüli csökkenést<sup>15</sup> eredményez<sup>16</sup> a CO<sub>2</sub>-kibocsátásban. Ez a viszonylag csekély csökkenés egyfelől a repce mint nyersanyag előállítása során alkalmazott intenzív mezőgazdaság környezeti hatásaira vezethető vissza. Másfelől a fosszilis forrásból származó metanol eredménye,

melyet az **átészterezés** során felhasználnak. Ezáltal a repceolaj-metilészter nem olyan<sup>17</sup> energiahordozó, melyet tisztán megújuló forrásokból állítanak elő.

Mivel a szántóföldről<sup>18</sup> származó **olaj előállításán** végső soron a **termést** (gyümölcsöt) használjuk fel, és ezáltal a **kitermelés<sup>19</sup> (hatásfok)** ennek megfelelően **rossz**, ezért a repcedízelt a növényi üzemanyagok első generációjához soroljuk. Az is negatív, hogy a repce termesztésekor a földek **trágyázásához**, valamint az **olaj kipréseléséhez** sok **energiára** van szükség, így az elvben elérhető megtakarítás<sup>20</sup> egy része elvész.

A repceolaj-metilészter **biológiailag lebomló**, ezáltal<sup>21</sup> **csekélyebb ökototoxicitást** mutat a **fosszilis dízelüzemanyaghoz képest**. A repceolaj-metilészter alkalmazását épp ezért előnyben kell részesíteni az ásványi dízelhez képest olyan területeken, ahol érzékeny a természet, mint pl. belvizes területeken, vizes természetvédelmi területeken<sup>22</sup>, hegyvidéki régiókban, valamint a földművelésben.

A biodízel a legmagasabb minőségi elvárásokat teljesíti, és a **fosszilis dízelhez hasonló energiatartalommal** rendelkezik. Ezekén túl a biodízel olyan természetes **tulajdonságokkal** is rendelkezik, melyek fosszilis üzemanyagok esetében csak számos **adalékanyag** hozzáadásával vagy bonyolult gyártási folyamatok során érhetők el:

- A biodízel az eredetéből kifolyólag<sup>23</sup> közel **kénmentes**.
- A biodízelnak nagyszerű a **kenőképessége**.
- A biodízel különösen jó gyulladási készséggel rendelkezik a magas **cetánszáma** miatt. A motor enyhébb mértékű kopását okozza és nyugodtabb járáshoz vezet.
- A **magas**, 11%-os **oxigéntartalom** az égési folyamatok jobb lefolyását teszi lehetővé, ezáltal jelentősen **kevesebb kormot** termel. Így a motorban visszamaradó anyagok mennyisége csökken.

\*\* A **cetánszám** az **üzemanyag gyulladási készségének mértéke**, amikor összenyomással szándékozunk öngyulladást előidézni. (A cetán egy 16 szénatomos, egyenes szénhidrogénlánc.)

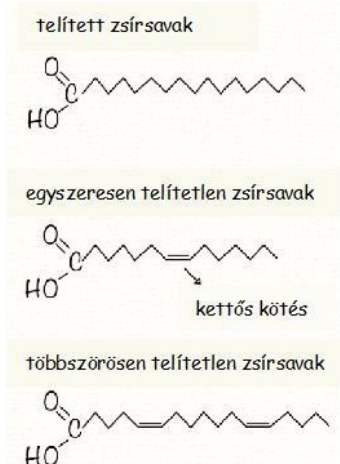
Biodízelt télen is lehet használni. Természetes formában<sup>23</sup> kb. mínusz 12 °C-ig alkalmazható. Adalékanyagok hatására a **hidegtűrése<sup>24</sup>** – a közönséges dízelüzemanyaggal megegyezően – mínusz 20 °C-ra javul.

## Előállítás

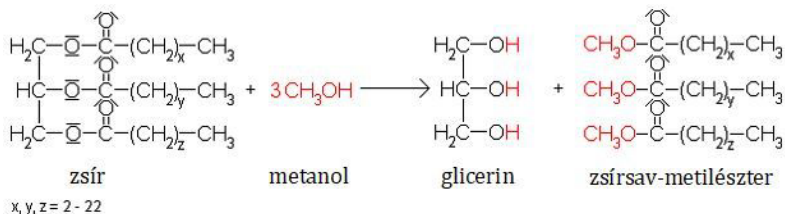
A biodízel **gyártására** szolgáló első **üzemeket az 1990-es években** létesítették Németországban. Előállítása növényi olajok metanollal történő **átészterezésével** történik. Ehhez a **növényi olajat 9 : 1 arányban elegyítik metanollal**. A folyamat gyorsítására 0,5–1%-nyi **katalizátort (nátrium- vagy kálium-hidroxidot)** adnak hozzá, és az **elegyet 50–80 °C-on több órán keresztül keverik**. Az ekkor<sup>25</sup> lejátszódó kémiai reakció során a **növényi olaj** glicerinnél és három zsírsavláncból álló **molekuláinak felhasadása**<sup>26</sup> következik be.

A **zsírsavak a karbonsavak** csoportjába tartoznak. Egy **apoláris alkilcsoportból** (egy hosszabb, **egyenes szénhidrogénláncból**) és egy végállású (terminális) **poláris karboxilcsoportból (-COOH)** tevődnek össze.

Megkülönböztetünk **telített** és **telítetlen** zsírsavakat. A biodízel számára fontos zsírsavak a **telítetlen** zsírsavak, melyek a telített zsírsavakkal ellentétben **egy vagy több kettős kötést** tartalmaznak. Amennyiben a zsírsav telített, inkább szilárd halmazállapotú, ha pedig telítetlen, akkor inkább **folyékony halmazállapotban fordul elő** szobahőmérsékleten. Minden olajnak saját, rá jellemző zsírsavösszetétele van, vagyis minden olajban bizonyos **arányban** fordulnak elő egymáshoz képest az egyes zsírsavak. A magas telítetlenszírsav-tartalmú zsírok (olajok) szobahőmérsékleten folyékonyak.



Az **átészterezés** során a repceolaj metanollal történő reakciója megy végbe repceolaj-metilészterré és glicerinné. A **háromértékű alkoholt**, a **glicerint egyértékű alkoholra**, **metanolra** cseréljük úgy, hogy a **zsírsavak metanollal** létesítenek kötést, biodízelt eredményezve. Az átészterezés következtében a **viszkozitás nagymértékben csökken**.



*Az átészterezési reakció*

A reakció végén a nyers biodízel és a nyers glicerín **két, egymástól könnyen elválasztható fázisban** található. A megfelelő termékminőség elérése céljából a nyers biodízelnél **több feldolgozási lépésen** kell keresztül mennie. Ugyanez érvényes a glicerinnel, egy olyan alkoholra, melyet a **gyógyszer- és élelmiszeriparban**, valamint a **petrolkémiaiában**<sup>27</sup> használnak, és **általános esetben mesterségesen állítanak elő**.

Melléktermékek

A repcének bioüzemanyag-gyártáshoz történő felhasználása során egyidejűleg nagyon értékes<sup>28</sup> **takarmány** is keletkezik sertések, szárnyasok, húsmarhák és tejelő<sup>29</sup> tehének számára. A repceszemek **kipréselése** során a repceolajon kívül ún. **extrahált repcedara**<sup>30</sup> keletkezik. Az energiaforrásként szolgáló növénynek<sup>31</sup> rendszerint<sup>32</sup> mintegy 60%-át használják **takarmányként**, míg kb. csak 40% – a benne **tartalmazott olaj** – megy a **bioüzemanyag-gyártásba**. A belföldi bioüzemanyag-gyártásból származó ezen **fehérjetakarmány**<sup>33</sup> nélkül a **szója** jelenlegi importját 50%-kal<sup>34</sup> **kellene emelni** ahhoz, hogy a német állattenyésztők szükségletét fedezze. Vagyis a  **hazai bioüzemanyag-gyártással történő összekapcsolás nagy léptékben helyettesíteni tudja a szójatakaromány** külföldről történő behozatalát.



A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

r Kraftstoff, ~(e)s, ~e	üzemanyag
s Pflanzenöl, ~(e)s, ~e	növényi olaj
s Speiseöl, ~(e)s, ~e	étolaj
tierische Fette / Tierfette <i>Pl.</i>	állati zsiradékok
r Talg, ~(e)s, ~e	faggyú
THG = Treibhausgase <i>Pl.</i>	ÜHG üvegházhatású gázok
s Mineralöl, ~(e)s, ~e	ásványi olaj / ásványolaj
s Methanol, ~s,	metanol
r Ester, ~s, ~	észter
r Alkohol, ~s, ~e	alkohol
e Säure, ~, ~n	sav
e Fettsäure, ~, ~n	zsírsav
s Glycerin / Glyzerin, ~s, ~e	glicerin
s Kohlenstoffdioxid	szén-dioxid
s Additiv, ~(e)s, ~e	adalékanyag
r Schwefel, ~s, ~	kén
r Sauerstoff, ~(e)s	oxigén
r Ruß, ~es, ~e	korom
r Kohlenwasserstoff, ~(e)s, ~e	szénhidrogén
e Carbonsäure	karbonsav
r Katalysator, ~s, ~en	katalizátor
s Natriumhydroxid	nátrium-hidroxid
s Kaliumhydroxid	kálium-hidroxid
s Eiweiß, ~es, ~e	fehérje
s Futtermittel, ~s, ~	takarmány

Fogalmak:

e Herstellung	előállítás
rein	tiszta
s Patent, ~s, ~e	szabadalom
e Umesterung	átészterezés
r Bestandteil, ~(e)s, ~e	alkotórész / összetevő
s Molekül, ~s, ~e	molekula

e	Viskosität	viszkozitás
r	Ausstoß, ~(e)s, ~" e	kibocsátás, emisszió
e	Substitution fossil	helyettesítés fosszilis / ásványi
r	Rohstoff, ~(e)s, ~e	nyersanyag
r	Energieträger, ~s, ~ nachwachsende <b>Quellen</b> / Rohstoffe <i>Pl.</i>	energiahordozó megújuló források/nyersanyagok
e	Ausbeute	kitermelés (hatékonyság)
	biologisch abbaubar	biológiailag lebomló
r	Gehalt, ~(e)s, ~e	tartalom
e	Zündwilligkeit	gyulladás hajlandóság
e	Selbstentzündung	öngyulladás
	unverzweigte Kette	nem elágazó lánc / egyenes lánc
s	C-Atom, ~(e)s, ~e	szénatom
e	Tauglichkeit	alkalmasság
s	Gemisch, ~(e)s, ~e	keverék
e	Aufspaltung	felhasadás
	unpolar	apoláris / nem poláris
	Alkyl	alkil
	gesättigt	telített
	ungesättigt	telítetlen
e	Doppelbindung, ~, ~en	kettős kötés
	im flüssigen Zustand	folyékony
	fest / im festen Zustand	halmazállapotban szilárd
	dreiwertig	halmazállapotban háromértékű
	einwertig	egyértékű
e	Phase, ~, ~n	fázis
	leicht trennbar	könnyen elválasztható
 <u>Egyéb:</u>		
	(etw. aus etw.) gewinnen	kinyerni (vmt vmiből)
	aus etw. bestehen	áll vmiből
	ersetzen	kicserél, helyettesít

<b>mischen</b>	elegyít
<b>rühren</b>	kever
<b>als etw. vorliegen</b>	vmiként van jelen
<b>verbinden</b>	vegyül, kötést létesít
<b>koppeln</b>	csatol, összekapcsol

Magyar helyesírás és nyelvtan:

A határozatlan névelőt elhagyjuk: *egy földimogyoróból kinyert olajat / egy különösen jó gyulladási képességgel rendelkezik / egy jobb égési folyamatot tesz lehetővé / egy katalizátort adnak hozzá*

egybeírjuk: *repcedízel / ásványolaj / dízelüzemanyag / zsírsavmintázat / zsírsavösszetétel*

kötőjellel írjuk: *zsírsav-metilészter / repceolaj-metilészter / ásványolaj-nagyvállalat / gépjármű-tulajdonos / szén-dioxid-kibocsátás / bioüzemanyag-gyártás*

Ld.: <https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#139>

különírjuk: *kettős kötés / 80 °C*

A fordításokról:

A szenvedő szerkezeteket lehetőség szerint többes szám első vagy harmadik személyel fordítsuk! Pl.

wird/wurde gezeigt / konstruiert / hergestellt / verwendet / getauscht  
esetében ~~lett bemutatva / kitalálva / lesz hasznosítva / kicserélve~~  
helyett: bemutatattak / fejlesztették ki / alkalmazzák/ lecseréljük stb.

Ha mennyiségek változásáról van szó, nagyon nem mindegy, hogy valami 37%-kal vagy 37%-ra csökken, vagy pedig valamit a felével növelni vagy a felére csökkenteni kell! Sokan elnézték ezeket.

**<sup>1</sup>Biokraftstoffe erster Generation** – *elsőgenerációs bioüzemanyagok / a bioüzemanyagok első generációja*

**<sup>2</sup>und in der Tat** – *és valóban! Nem ~~valójában / sőt / a gyakorlatban~~*

**<sup>3</sup>Altspeisefette** – *használt étolaj(ok) / konyhai maradék olajok, zsíradékok. Nem ~~fáradt olaj~~, mert ez használt motorolajat jelent, ami ásványi vagy szintetikus olaj, tehát biztosan nem észter.*

**4ein kleiner Dieselmotor des Herstellers Otto wurde gezeigt** – a gyártó, [Nikolaus August] Otto egy kis dízelmotorján mutatták be / az Otto gyártó kis dízelmotorját mutatták be / az Otto gyártó kis dízelmotorja volt látható. Vigyázat: amit név szerint Otto-motornak hívunk, az viszont típusra nem dízelmotor, hanem benzines!

**5Fatty Acid Methyl Ester (FAME)** – Változatlanul hagyjuk, nem fordítjuk le, hiszen a német szövegben is idegen nyelvű idézet.

**6sondern** – hanem ≠ ~~hiszen~~

„Tehát a biodízel nem keverendő össze a növényi olajokkal, hanem abból állítják elő.” (Kis Aletta)

„Tehát nem növényi olajokat használnak biodízelnak, csupán azokból állítják elő.” (Török Dóra)

„A biodízelt tehát ne tévesszük össze a növényi olajjal, hiszen nem az, csak abból készül.” (Horváth Lilla)

Frappáns: „A biodízelt növényi olajból állítják elő, de a kettő nem összetévesztendő egymással.” (Kiss Loretta)

**7Verbindung** – vegyület ≠ ~~kapcsolat~~

**8aus einzelnen Bestandteilen** – különálló alkotóelemekből. ≠ bizonyos összetevőkből / egyedi összetevőkből / egyes részekből / kevés alkotóelemből / különböző alkotórészekből Nem az egyediségen vagy a sokféleségen van a hangsúly (hiszen csak két ilyen elem van), hanem hogy külön-külön beazonosíthatók ezek a részek a molekulában. Másrészt „összetevője” többkomponensű rendszereknek van, tehát ezt a szót használva inkább keverékre, és nem egy molekulára fog gondolni az olvasó.

**9setzen sich zusammen** – állnak össze (Baltás Benedek – Sánta Regina, Horváth Lilla, Viczkó Csaba Péter) / tevődnek össze (Kiss Aletta, Mokánszki Nóra)

**10stets** – mindig ≠ általában

**11nur ein Drittel so groß** – csak (egy)harmad akkora. Többen az ellenkezőjét írták, hogy háromszor akkora lesz, vagy éppen hogy harmadával nagyobb lesz.

**12Fließwiderstand** – áramlási ellenállás / folyással szembeni ellenállás, de nem ≠ ~~folyásállóság~~

**13insbesondere** – kiváltképpen (Kiss Loretta)

<sup>14</sup>**bei einer ganzheitlichen Betrachtung des Lebeszyklus** –Többen ~~holisztikus szemléletet~~ (?) írtak. „A repcedízelt életciklusának teljeskörű vizsgálata során....” (Balázs Dóra, Mokánszki Nóra) / „... életciklusának egészét tekintve...” (Kis Aletta) / „Amennyiben az RME életciklusát teljes egészében szemléljük...” (Horváth Lilla)

<sup>15</sup>**um etwa 37%** – mintegy 37%-~~ra~~ **kal** (és nem 37%-~~ra~~) [csökken]

<sup>16</sup>**resultiert** – Vigyázat: nem a vizsgálat eredményezi a 37%-os csökkenést, hanem a cseré! Az a mondat alanya – az ásványi (kőolajból előállított) dízel lecserélése biodízelle. Nem a vizsgálat következtében történik a csökkenés, tehát arra nem mondhatjuk, hogy „eredményezi”. Értelmezve: a vizsgálat azt az eredményt adja / az derül ki (Balázs Dóra, Mokánszki Nóra). Viszont csak egyetlen fordítás teljesen pontos: „Az RME életciklusának teljeskörű vizsgálata alapján az ásványi gázolaj helyettesítése körülbelül 37%-os csökkenést eredményez a CO<sub>2</sub>-kibocsátásban.” (Kiss Loretta)

<sup>17</sup>**kein Energieträger der...** – nem olyan energiahordozó, mely.... Páran arra jutottak, hogy „... a repceolaj-metilészter ~~nem energiahordozó~~”.

<sup>18</sup>**Ackeröl** – szántóföldi növényekből készült olaj (Balázs Dóra)

<sup>19</sup>**Ausbeute** – hatásfok / kihasználás / kitermelés / hozam. De nem termés hozam / termés / haszon / kihasználtság /

<sup>20</sup>**Sparpotential** – megtakarítási lehetőségek / potenciális megtakarítás ≠ nyereség / érték

<sup>21</sup>**daher** – emiatt / ennél fogva ≠ emellett

<sup>22</sup>**Wassernaturschutzgebiet** – vízvédelmi terület / vizes természetvédelmi terület

<https://www.tisztaajovo.hu/kornyezetvedelem/2011/03/26/ot-oroszag-harom-folyoert>

<sup>23</sup>**von Natur aus** – itt: természetes formában / eredeténél fogva / természetes állapotában ≠ természetesen / természeténél fogva / a natúr biodízelt

<sup>24</sup>**Wintertauglichkeit** –itt: hidegtűrő ≠ télálló Az alma lehet télálló, ami az eltarthatóságára vonatkozik. Itt egy funkcióról, a hideg időben való alkalmasságról van szó: téli v. télre való alkalmasság / téli alkalmazhatóság / téli felhasználhatóság.

<sup>25</sup>**dann** – itt: ekkor ≠ azután

<sup>26</sup>**findet eine Aufspaltung des Moleküls statt** – a molekula felhasad / felszakad / felbomlása következik be ≠ ~~lebomlik~~

<sup>27</sup>**Oleochemie** – olajkémia / petrolkémia. Vajon nem tévedésből szerepel? Én a kozmetikai ipar említését hiányolom: a glicerin kenőcsök, szappanok alapvető összetevője!

<sup>28</sup>**hochwertige Futtermittel** – magas tápértékű / ≠ teljes-értékű / jó minőségű takarmány

<sup>29</sup>**Milchkuh** – tejelő tehén

<https://www.rapool.hu/index.cfm/nav/327/article/4143.html>

<sup>30</sup>**Rapsextraktionschrot** – extrahált repcedara / repceextrakciós dara / repceliszt

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2014/04/takarmanyozas/a-repcetermekek-takarmanyozasi-celu-felhasznalasa-a-sertesek-es-baromfifajok-takarmanyozasaban>

<sup>30</sup>**60% der Energiepflanze** – az energianövény(nek) a 60%-a. (Egyes szám! A repcéről van szó. Sokan általánosságban, többes számban írták.)

<sup>31</sup>**in der Regel** – rendszerint (Viczkó Csaba, Kiss Aletta, Mokánszki Nóra) / általában (Gál Zsannett, Balázs Dóra, Szabó Fanni) ≠ szabály szerint / szabvány szerint / általános szabály, hogy...

<sup>32</sup>**Eiweißfuttermittel** – fehérjetakarmány

[http://www.ubm.hu/wp-](http://www.ubm.hu/wp-content/uploads/2019/09/UBM_Extrahalt_repcedara_A4_HU_v2_optimized.pdf)

[content/uploads/2019/09/UBM\\_Extrahalt\\_repcedara\\_A4\\_HU\\_v2\\_optimized.pdf](http://www.ubm.hu/wp-content/uploads/2019/09/UBM_Extrahalt_repcedara_A4_HU_v2_optimized.pdf)

<sup>33</sup>**müsste ... um etwa die Hälfte gesteigert werden** – mintegy felével növelni kellene (Baltás Benedek-Sánta Regina, Balázs Dóra, Horváth Lilla, Viczkó Csaba) / másfélszeresére kellene nőnie (Mokánszki Nóra) ≠ felére kellene növelni / 50%-ra kellene emelni

**Az első forduló eredménye:**

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. max. 80	Magyar nyelvtan max. 20	ÖSSZ. max. 100
<b>Horváth Lilla</b>	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	78,5	19,5	<b>98</b>
<b>Balázs Dóra</b>	9.D	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	80,5*	16,5	<b>97</b>
<b>Szabó Fanni Mariann</b>	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	71*	18	<b>89</b>
<b>Gál Zsanett</b>	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	69	16	<b>85</b>
<b>Viczko Csaba Péter</b>	9.	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	70*	14	<b>84</b>
<b>Mokánszki Nóra</b>	11.	DSZC Vegyipari Technikum	67	13	<b>80</b>
<b>Baltás Benedek, Sánta Regina Luca</b>	12.	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki., Debrecen	60	17,5	<b>77,5</b>
<b>Horváth Dávid</b>	12.	DSZC Vegyipari Technikum	58*	12,5	<b>70,5</b>
<b>Gál Viktória</b>	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	56	14	<b>70</b>
<b>Kiss Loretta</b>	10.A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	48,5	4,5	<b>53</b>
<b>Kiss Aletta</b>	12.	DSZC Vegyipari Technikum	42	11,5	<b>52,5</b>
<b>Török Dóra Viktória</b>	12.	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki., Debrecen	39,5*	11	<b>50,5</b>

\*Ebből az ábrafeliratokért kapott pluszpontok: B.D. 5; H.D. 4,5; Sz.F.M. 4; T.D. 5; V.Cs.P. 5.

**Mindenki fordításában találtam ötletes és jó megoldásokat!  
A 75 pont felett fordítók külön dicséretet érdemelnek!**

A 2022/2. számban megjelent szakszöveg fordítása:

## Bioüzemanyagok 2

### A második generáció küszöbén: az alkohol

---

Jelenleg az egyes bioüzemanyagok piaci részesedése főleg az előállítási módszer fejlettségétől függ. A második generáció küszöbén állnak az alkohol kinyeréséhez vezető eljárások.

#### Hogyan készül a bioetanol?

A bioetanol megújuló nyersanyagokból nyerik szeszes erjesztéssel, és az azt követő desztillációval és abszolútizálással<sup>1</sup>. Ehhez alapvetően három növénytípus jön szóba:

- **keményítőtartalmú** növények: búza, rozs, kukorica, krumpli
- **cukortartalmú** növények: cukorrépa, cukornád
- **cellulóztartalmú** növények: fa, szalma

Minden esetre a cellulóztartalmú növényekből történő bioetanol-előállítás **technológiája** még a **fejlesztés fázisában** van. A német bioetanol-gyártók főleg gabonát és cukorrépát használnak.

A bioetanol kiindulási anyagai a növényekben található **szénhidrátok** (cukor), melyek **enzimek és élesztőgombák** segítségével alkohollá **erjednek**. Az erjedési folyamat vagy akkor ér véget, amikor a cukor elfogy, vagy amikor az alkohol koncentrációja egy<sup>2</sup> maximális értéket elér. A keletkező **etil-alkohol** (kémiai képlete:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) **desztillációval** választják el.

Ezt követően, hogy az alkoholt üzemanyagként lehessen használni, **abszolútizálás**<sup>1</sup> következik. Ennek során **vizet vonnak el az alkoholból**, így végül **99% feletti tisztasági fokú** bioetanol keletkezik.

Ezen előállítási folyamat során desztillációs maradékként<sup>3</sup> egy fontos kapcsolt termék keletkezik: a szeszmoslék<sup>4</sup> (kifőzött cefre)<sup>4</sup>. Száritott formában elsősorban **fehérjetartalmú**<sup>5</sup> **takarmányként** használják, azonban biogázüzemekbe szubsztrátként közvetlenül is felhasználható, hogy belőle<sup>6</sup> további energiát nyerjenek ki.



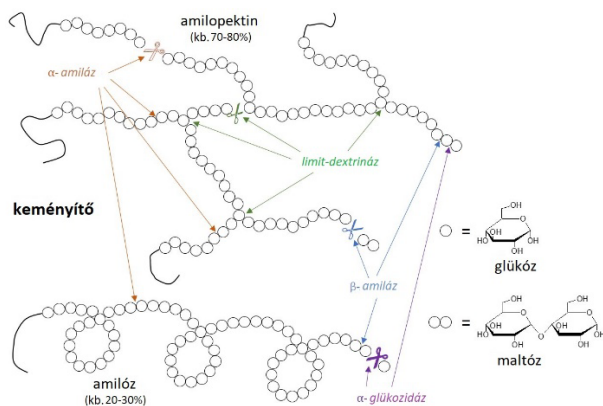
## A folyamat

A gyártási folyamat eleje eltér keményítő- ill. cukortartalmú nyersanyagok esetében. A keményítőtartalmú gabonát először<sup>7</sup> egy malom **felaprítja**. A következő lépésben ezáltal<sup>8</sup> könnyebben végbemegy a keményítő **kémiai átalakítása** cukorra: a **cefrézés**<sup>9</sup> során a felaprított nyersanyagokat víz és **cukrosító**<sup>10</sup> **enzimek** hozzáadásával melegítik. Ezután már<sup>11</sup> lehet a cukortartalmú **cefrét** élesztő hozzáadásával erjeszteni a bioetanol-üzem fermentorában.

A cukorgyártás során melléktermékként cukortartalmú levek keletkeznek. A bioalkohol-gyártáshoz ezeket közvetlenül be lehet táplálni a bioetanol-üzem fermentorába.

### 1. A cukor kinyerése

- **gabonából**: a szemek mechanikai aprítása, víz és enzimek hozzáadása. **A keményítő enzimatikusan glükózzá bomlik**<sup>12</sup> **le**.
- **cukorrépából**: a felszeletelt répa áztatása forró vízben, a **cukortartalmú víz elválasztása a szilárd alkotórészekről**.
- **szalmából, biogén hulladékokból és maradékanyagokból**: a felaprított biomassza termikus előkezelése, optimalizált enzimek hozzáadása a **cellulóz és hemicellulóz cukoregységekre hasításához**.



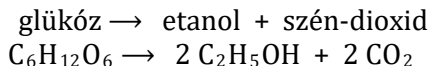
### A keményítő lebontása<sup>12</sup>

A hőmérséklet optimuma 63 °C és 65 °C között van, a reakcióidő<sup>13</sup> 30–60 perc.

## 2. Alkoholos erjesztés (fermentáció)

A cukortartalmú keverékeket élesztők vagy speciális mikroorganizmusok segítségével **etanollá és szén-dioxiddá** alakítják át.

*Reakcióegyenlet:*



## 3. Desztilláció, rektifikálás<sup>14</sup>, vízmentesítés<sup>15</sup> – az etanol-víz elegy elválasztása

**Az erjesztési folyamatot követően**, egy elsődleges lepárlás során az egymástól nehezen elválasztható **(azeotróp) etanol-víz elegyet** és az alkoholtól mentes maradékot választják szét. Az alkohol töményítése és tisztítása céljából **további desztillációs lépések** következnek **(rektifikálás<sup>14</sup>)**. Utolsó lépésként szinte **teljesen kivonják** a biotenolból a **vizet**. Ehhez molekulaszűrőn szárítják, míg a **tisztasági foka** 99,5 és 99,9% közötti értéket ér el.

Így feldolgozva aztán öt- (E5) vagy **tízszázalékos (E10) arányban benzinbe bekeverve<sup>16</sup>** lehet forgalmazni a bioetanol. Arra alkalmas járművekben még E85-ös üzemanyagot is lehet használni, vagyis olyan üzemanyag-keveréket, mely 85% bioetanolból és 15% ásványi eredetű benzin üzemanyagból áll.

### **Visszatekintés**

**A finomszesz<sup>17</sup>** desztillációval történő előállítására nyersszeszből<sup>18</sup> 1850 körül technikailag már kiforrott<sup>19</sup> volt Németországban. 1860-ban Nikolaus August **Otto a belső égésű motorjának prototípusaiban etanol** használt **üzemanyagként**. **Henry Ford** is a jövő üzemanyagaként hitt az etanolban, és kereken 50 évvel később a legendás **T-modelljét etanolmeghajtással** alkotta meg. Etanol mindig is **keverték** különböző mennyiségben a **benzinhez**. 1925-től a „Monopolin” és az „Albizol” (E25) szokványos volt a kereskedelemben, 1932-től pedig az E10 volt a megengedett legkisebb alkoholtartalmú minőség. A II. világháborúban az ún. „Nordbenzin”<sup>20</sup> **ólommentes** E13 volt. 1968-ban az „Aral” márka az E15-öt kezdte reklámozni.

Az előállítási folyamat során melléktermékként keletkező **szén-dioxid tisztított és cseppfolyósított**<sup>21</sup> formában az **üdítőital**-gyártásban és az **élelmiszeriparban** kerül felhasználásra. Az olyan nyersanyagokat, mint a kozmaolajok<sup>22</sup> és **aldehidek** a **műanyagipar**, a **parfümgyártás** vagy a **gyógyszeripar** hasznosítja.

A **desztilláció végén fennmaradó** maradék, melyet szeszmosléknak (vagy kifőzött cefrének) is neveznek, **tápanyagban gazdag** kapcsolt termék és tovább feldolgozható. Ha a szeszmoslékot vízmentesítik, megszáritják és pelletálják, akkor értékes **takarmányként** használható fel. Alternatívaként a szeszmoslékot egy biogázüzem **fermentorában erjeszteni** is lehet. Az eközben keletkező **biogázt blokkfűtő-erőműben**<sup>23</sup> árammá és hővé lehet alakítani, vagy biometánná feldolgozva a földgázhálózatba lehet bevezetni.

### **Biológiai eredetű trágyázó anyagok**<sup>24</sup>

A növények **ásványi összetevői** megőrződnek<sup>25</sup> a bioetanol előállítása során, és **szerves trágyaként** visszaforgatásra kerülnek a földművelésbe. Ennek a **körfolyamatnak** köszönhetően a **szintetikus műtrágyák** felhasználása nagy mértékben **csökkenthető**.

#### Cukorrépvinasz<sup>26</sup>:

A kémikus **Justus von Liebig** már 150 évvel ezelőtt javasolta az **alkoholgyártásból** származó vinasz<sup>26</sup> alkalmazását a földművelésben. A benne található ásványi anyagok, különösen a **nitrogén** és a **kálium** értékes növényi tápanyaggá teszik a cukorrépvinaszt.

#### Erjesztésből visszamaradó anyagok:

A **biometánnak** a bioetanolgyártás maradékaiból történő **kinyerése** után visszamarad az ún. **erjesztési maradék**. Különbéféle, növények számára hasznosítható tápanyagok<sup>27</sup> keletkeznek: **ammónium-szulfát-oldat, foszfát és kálium**.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

r	Biokraftstoff, ~(e)s, ~e	bioüzemanyag
r	Alkohol, ~s, ~e	alkohol
e	Stärke	keményítő
e	Zellulose, ~, ~e	cellulóz
s	Kohlenhydrat, ~(e)s, ~e	szénhidrát
s	Enzym, ~(e)s, ~e	enzim
r	Ethylalkohol, ~s, ~e	etil-alkohol
s	Eiweiß, ~es, ~e	fehérje
e	Schlempe	szeszmoslék / kifőzött cefre
e	Maische	cefre
	Verzuckerungsenzyme <i>Pl.</i>	cukrosító enzimek
e	Glucose	glükóz
e	Maltose	maltóz
e	Amylose	amilóz
s	Amylopektin, ~s, ~e	amilopektin
e	Amylase	amiláz (enzim)
e	Glucosidase	glükozidáz (enzim)
s	Ethanol	etanol
s	Kohlenstoffdioxid	szén-dioxid
r	Aldehyd, ~s, ~e	aldehid
r	Kunststoff, ~s, ~e	műanyag
	Mineralstoffe <i>Pl.</i>	ásványi anyagok (t.sz.)
r	Stickstoff, ~s, ~e	nitrogén
s	Kalium	kálium
s	Phosphat, ~(e)s, ~e	foszfát
s	Ammoniumsulfat	ammónium-szulfát

Fogalmak:

s	Verfahren, ~s, ~	eljárás
e	Gewinnung	kinyerés
	alkoholische Gärung	alkoholos erjedés
e	Destillation	desztilláció
e	Verfahrenstechnik, ~, ~en	kémiai technológia
e	Konzentration, ~, ~en	koncentráció (töménység)

<b>e chemische Formel / Formeln Pl.</b>	(kémiai) képlet / képletek
<b>e Absolutierung</b>	abszolutizálás
<b>r Reinheitsgrad, ~(e)s, ~e</b>	tisztasági fok
<b>s Prozent</b>	százalék
<b>r Destillationsrückstand, ~" e</b>	desztillációs maradék / lepárlási maradék
<b>e Verzuckerung</b>	cukrosítás
<b>e Zerkleinerung</b>	aprítás
<b>e Einwirkzeit</b>	hatóidő
<b>s Gemisch, ~(e)s, ~e</b>	keverék
<b>Azeotrop</b>	azeotróp
<b>e Rektifikation</b>	rektifikálás
<b>e Trennung</b>	elválasztás / szétválasztás
<b>e Konzentrierung</b>	töményítés
<b>e Lösung, ~, ~en</b>	oldat

Egyéb:

<b>...haltig</b>	milyen tartalmú
<b>vergären</b>	(meg)erjeszt
<b>etw. entziehen (+D)</b>	vmit kivon vmből
<b>zerkleinern</b>	felaprít
<b>erhitzen</b>	hevít, melegít
<b>an fallen</b>	(melléktermékként) keletkezik
<b>ab bauen</b>	lebont
<b>verflüssigen</b>	cseppfolyósít /
	elfolyósít
<b>entwässern</b>	vízmentesít

Magyar helyesírás és nyelvtan:

A határozatlan névelőt elhagyjuk: *egy* molekulaszűrőn szárítják / *egy* 99%-os bioetanol keletkezik / *egy* különösen értékes trágya  
egybeírjuk: *háromféle* / 99,5% / *reakcióegyenlet* / *cukortartalmú* / *keményítőtartalmú* / *alkoholkoncentráció* / *etanolüzemű* [autó] / *ötyszázalékos* / *tízszázalékos*

Utóbbiakat lásd 117. pontban:

<https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#117>

Hat szótagig a többszörösen összetett szavakat is egybeírjuk:

*biogázüzem / cukorrépvinasz / blokkfűtőmű*

Bővebben lásd 139. pontban:

<https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#139>

kötőjellel írjuk: *bioetanol-gyártók / bioetanol-üzem / szén-dioxid / bioalkohol-előállítás / üzemanyag-keverék / műtrágya-felhasználás*

Figyeljünk az eltérésre: *ammónium-szulfát-oldat*, de *etanol-víz elegy*

A fordításokról:

**<sup>1</sup>Absolutierung** – *abszolutizálás* (Gál Viktória, Kiss Aletta, Kis Loretta, Viczkó Csaba Péter) / *vízmentesítés / vízlevonás* (Kiss Aletta, Mokánszki Nóra) ≠ *víztelenítés / bepárlás / dehidratálás / töményítés*. A víztelenítés nem ugyanazt jelenti, mint a vízmentesítés. Vízteleníteni a vízvezetékot, a vízcsőhálózatot lehet. (Vö.: a sótlan sem ugyanazt jelenti, mint a sómentes.) Bepárolni (**Eindämpfen**) oldatot lehet, amiből aztán az oldott (szilárd) anyag kiválik. Sokan dehidratálást írtak. A töményítés (**Konzentrierung**) a desztillációs lépések során következik be, a teljes vízlevonás azonban egyetlen utolsó lépés: ez az abszolutizálás – nem *abszolválás!*

**<sup>2</sup>wenn eine maximale Alkoholkonzentration erreicht ist** – *amikor egy (bizonyos) maximális alkoholkoncentrációt elérünk*. Milyen maximális koncentrációt? Hát nem mindig az a maximális alkoholtartalom, amikor az összes cukor alkohollá alakult? Nem bizony! Az enzimek bizonyos alkoholkoncentráció felett elvesztik aktivitásukat, és a fermentációs reakció leáll. Az érték attól függ, milyen enzimet vagy élesztőgombát használnak a rendszerben. Emiatt határozatlan a névelő (a németben és a magyarban is).

**<sup>3</sup>Destillationsrückstand** – *desztillációs maradék / lepárlási maradék, de nem ≠ hátrány*

**<sup>4</sup>Schlempe** – *szeszmoslék* (Viczkó Csaba Péter, Kiss Loretta) / *kifőzött cefre / cefremoslék* (Horváth Lilla) / *(seprű)*

<https://mokka.hu/en/node/757>

<https://pannoniablo.com/hu/hatasok/eljaras/>

[http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Whisky\\_201805.pdf](http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Whisky_201805.pdf)

Nem hívhatjuk ezt is ~~cefrének~~, mert az a kiindulási anyag! Mások ~~lepárlási maradékot, eséplési hulladékot~~ ill. *szilázst* írtak. (A szilázs silózott, erjesztett takarmány: a fűvet nem szárítják meg, hanem fóliába becsomagolják, légmentesen tárolják, ahol anaerob körülmények között erjed.)

<https://www.agroinform.hu/tags/szilazs>

<sup>5</sup>**Eiweiß** – itt: *fehérje*, nem ~~tojásfehérje~~

<sup>6</sup>**daraus** – *abból / belőle*. Sokaknál kimaradt ez a vonatkozó névmás, ami visszautal a kifőzött cefrére, hogy abból lehet még energiát kivonni.

<sup>7</sup>**zunächst** – itt: *először ≠ elsősorban*

<sup>8</sup>**damit** – *ezáltal* (vagyis az aprítás által könnyebben megy a keményítő kémiai átalakítása)

<sup>9</sup>**Maischen** – *cefrézés*

<sup>10</sup>**Verzuckerungsenzyme** – *cukrosító enzimek*, esetleg *cukorképző enzimek* ≠ *szacharizáló* enzimek

[https://www.elsosor.hu/wp-](https://www.elsosor.hu/wp-content/uploads/2013/02/05_S%3%b6rfoz%3%a9s-halad%3%b3knak-III.pdf)

[content/uploads/2013/02/05\\_S%3%b6rfoz%3%a9s-halad%3%b3knak-III.pdf](https://www.elsosor.hu/wp-content/uploads/2013/02/05_S%3%b6rfoz%3%a9s-halad%3%b3knak-III.pdf)

<sup>11</sup>**nun ≠ nur** – *ekkor már / most már / így aztán ≠ csak*

<sup>12</sup>**Abbau ≠ Aufbau** – *lebontás ≠ felépülés, felépítés, szerkezet*

<sup>13</sup>**Einwirkzeit** – *hatóidő* (Kiss Aletta) ≠ *expozíciós idő*

<sup>14</sup>**Rektifikation** – *rektifikálás ≠ kijavítás*

<sup>15</sup>**Entwässerung** – *vízmentesítés ≠ vízelvezetés / víztelenítés* (ld. fentebb abszolútizálásnál)

<sup>16</sup>**Beimischung** – *bekeverés (hosszakeverés / adalékolás) ≠ keverékként*. Használatát magyarul ld.:

<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220412/reagalt-a-magyar-biouzemanyag-szovetseg-a-felmerult-energiabiztonsagi-es-energiaar-kerdesekre-539043>

<sup>17</sup>**Neutralalkohol** – *finomszesz / neutrális alkohol, ENA*.

A mezőgazdasági eredetű etil-alkoholra használják. Ld.:

<https://sites.google.com/site/alcoholsystemkft/news>

Szerepelt még: *tiszta alkohol / semleges bázisalkohol*

**18Rohspiritus** – *nyersszesz / nyersalkohol*

<https://sites.google.com/site/alcoholsytemkft/news>

**19war um 1850 technisch ausgereift** – „*technikailag / a technológiája 1850 körül (már) kiforrott volt*” (Horváth Dávid, Horváth Lilla, Gál Viktória). Nem ~~*eddigre érett be / vált lehetővé / éretté / mélyült el*~~. Vegyük észre, hogy Zustandspassiv!

**20Nordbenzin** – Mivel márkanév, nem fordítjuk le, viszont nagyon jó ötlet beszúrni elé: „*az ún. Nordbenzin*” (Viczkó Csaba Péter, Horváth Lilla).

**21verflüssigt** – itt: *cseppfolyósított ≠ elfolyósított*. Egy higroszkópos szilárd anyag elfolyósodhat, ha nedvességet vesz fel a levegőből, ezzel szemben egy gázt cseppfolyósítani lehet.

**22Fuselöl** – *kozmaolaj* A szeszes erjedés során keletkező magasabb forráspontú termékek elegye. Kémiailag nem olaj! Főleg amilalkohol izomerjeiből áll (2-metil-butanol és 3-metil-butanol), valamint izobutanolt, propanolt tartalmaz. Az erjedési amilalkohol oldószerként kerül forgalomba.

**23Blockheizkraftwerk (BHKW)** – *blokkfűtőerőmű*. Kisebb, helyi hőközpont és generátor, mely egyszerre legalább két hasznosítható energiafajtát állít elő: hőt és villamos energiát (kapcsolt energiatermelés). Olyan intézményekben éri meg (pl. kórházak), melyeknek egyszerre magas a hő (fűtés, használati melegvíz) és villamosenergia iránti igényük. Rugalmasabb, decentralizált energiaellátást tesz lehetővé a nagyerőművi termelés mellett. Hatásfoka ~90% (35% elektromos energia, 55% hőenergia, 10% veszteség). Részai: belső égésű motor (dízel/növényi olaj vagy gázmotoros: földgáz/biogáz) – generátor a villamos energia előállításához – hőcserélők a belső égésű motor hűtővíz-hőjének és a kipufogógázok hőjének hasznosítására.

<https://docplayer.hu/5646620-Megujulo-energiaforrasokon-alapulo-komplex-energiaellato-rendszerek-alkalmazasi-lehetoseg-mezogazdasagi-uzemekben.html>

A *blokkfűtőerőmű* megnevezést pontosan senki sem írta, de legtöbben vagy a kapcsolt energiatermelést, vagy a *fűtőerőmű* nevet jól gondolták: *fűtőerőmű* (3 fordítás), *kapcsolt erőmű* (1 fordítás), *kapcsolt hőerőmű*



(**Wärmekraftwerk**) (2 fordítás), *kapcsolt hő- és villamosenergia-erőmű* (1 fordítás).

<sup>24</sup>**Biodünger** – *biotrágya* (6 fordítás) / *organikus trágya* (2 fordítás) / *szerves műtrágya* (1 fordítás) / *szerves trágya* (1 fordítás)

*Biotrágyán* azonban, úgy tűnik, élő mikroorganizmusokat tartalmazó készítményeket kell érteni, melyek a tápanyag felvételében segítenek, nem pedig többlettápanyagként szolgálnak. Lásd:

<http://hasznositsd.hu/fogalomtar/biotragya>

[https://www.innoteka.hu/cikk/agrarjovo\\_biotragya\\_es\\_biopeszticid.1400.html](https://www.innoteka.hu/cikk/agrarjovo_biotragya_es_biopeszticid.1400.html)

<sup>25</sup>**bleiben erhalten** – *megmaradnak / megőrződnek*. Többen tényleg úgy gondolták, hogy „*visszatartják*” ezeket az anyagokat a gyártás során?

<sup>26</sup>**Vinasse** – *vinasz*. Melasz alapanyagból erjesztett cefréből nyert és besűrített szeszipari moslék. (A melasz a cukorgyártás maradéka, a cukor kikristályosítása után maradó massa. Tartalmaz még cukrokat, de azok már nem kristályosíthatók ki.)

<https://agraragazat.hu/hir/sokoldalutapanyag-a-vinasz/>

<http://www.gyoriszesz.hu/hu/vinasz>

<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/287716/vinasz2013.pdf>

<sup>27</sup>**verschiedene Düngemittel** – A körülírás sikerült legjobban: „*különféle, a trágyázás során hasznosítható anyagok*” (Viczkó Csaba Péter)

**A második forduló eredménye:**

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. max. 80	Magyar nyelvtan max. 20	ÖSSZ. max. 100
<b>Horváth Lilla</b>	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	80	16	<b>96</b>
<b>Viczó Csaba Péter</b>	9.	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	80	16	<b>96</b>
<b>Balázs Dóra</b>	9.D	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	76,5	14	<b>90,5</b>
<b>Gál Zsanett</b>	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	69	18	<b>87</b>
<b>Szabó Fanni Mariann</b>	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	68	17	<b>85</b>
<b>Gál Viktória</b>	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	56,5	15,5	<b>72</b>
<b>Horváth Dávid</b>	12.	DSZC Vegyipari Technikum	54	13,5	<b>67,5</b>
<b>Mokánszki Nóra</b>	11.	DSZC Vegyipari Technikum	51,5	14,5	<b>66</b>
<b>Kiss Aletta</b>	12.	DSZC Vegyipari Technikum	49,5	13,5	<b>63</b>
<b>Kiss Loretta</b>	10.A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	38	6	<b>44</b>

**Mindenki fordításában olvastam ötletes és jó megoldásokat!  
A 80 pont felett fordítók külön dicséretet érdemelnek!**

**A 2021/22-es tanév német fordítási versenyének végeredménye:**

NÉV	Oszt.	ISKOLA	I. fordítás max. 100	II. fordítás max. 100	ÖSSZ. max. 200
<b>Horváth Lilla</b>	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	98	96	<b>194</b>
<b>Balázs Dóra</b>	9.D	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	97	90,5	<b>187,5</b>
<b>Viczkó Csaba Péter</b>	9.	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	84	96	<b>180</b>
<b>Szabó Fanni Mariann</b>	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	89	85	<b>174</b>
<b>Gál Zsanett</b>	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	85	87	<b>172</b>
<b>Mokánszki Nóra</b>	11.	DSZC Vegyipari Technikum	80	66	<b>146</b>
<b>Gál Viktória</b>	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	70	72	<b>142</b>
<b>Horváth Dávid</b>	12.	DSZC Vegyipari Technikum	70,5	67,5	<b>138</b>
<b>Kiss Aletta</b>	12.	DSZC Vegyipari Technikum	52,5	63	<b>115,5</b>
<b>Kiss Loretta</b>	10.A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	53	44	<b>97</b>

**Mindenkinek gratulálok, akiben kellő kitartás és elszántság volt ahhoz, hogy végigverekedje magát a két fordításon!**

**Színvonalas munkájukért külön gratulálok a mindkét fordulóban 80 pont feletti eredményt elért versenyzőknek!**

# Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

A 2022/1. számban megjelent szakszöveg mintafordítása:

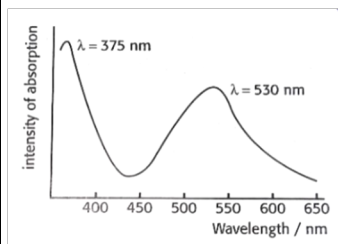
## Élelmiszerkémia

### Szín

Az élelmiszerek természetes vagy mesterséges úton színezhetőek. A pigment egy, a növényi és állati sejtekben megtalálható, természetesen előforduló színanyag. Élelmiszerkémiai vonatkozásban a színezék egy fogyasztásra alkalmas, szintetikus, vízoldható színezőanyag. Mind a pigmentek, mind pedig a színezékek azért színesek, mert képesek elnyelni az elektromágneses spektrumból a látható fény egy részét és a megmaradó, el nem nyelt látható fényt áttereszti. Ezért nevezik az átteresztett fényt kiegészítő színnek. Ennek megfelelően a vörös fényt elnyelő színezék vagy pigment kékes-zöldes színt ereszt át.

#### Miért piros a pipacs?

A pipacs egy cianidin nevű antocianint tartalmaz. A pipacs nedve savas, és ilyen körülmények között a cianidin a 375 nm és 530 nm hullámhosszú fényt nyeli el. Az abszorpciós spektrum az alábbi ábrán látható.



(wavelength = hullámhossz,  
intensity of absorption =  
elnyelés intenzitása)

A 375 nm-es fény az elektromágneses spektrum ultraibolya tartományában van, így átteresztése nem befolyásolja a színt. Az 530 nm-nél mért abszorbanca a spektrum kék-zöld tartományába esik, és a pipacsok cianidinje a kékeszöld komplementer színét, azaz a vöröset bocsátja át.

## Pigmentek

A természetesen előforduló pigmentek közé az antociánok, a karotinoidok, a klorofill és a hem tartoznak. (Lásd.: 3. táblázat)

<b>Antociánok</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A növényekben leggyakrabban előforduló pigmentek</li> <li>• Ezek felelősek a gyümölcsök és zöldségek rózsaszín, piros, lila és kék színéért, beleértve a vörös és a kék áfonyát, epret és málnát.</li> </ul>	
<b>Karotinoidok</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A természetben legelterjedtebb pigmentek (döntő többségüket algák állítják elő)</li> <li>• Az A-vitamin-szintézis előanyagaként szolgálnak: a gyümölcsökben és zöldségekben található karotinoidok az ember A-vitamin-szükségletének 30-100%-át teszik ki.</li> <li>• Színük a sárgától a narancsvörösig terjed. Megtalálhatóak a banánban, a sárgarépában, a paradicsomban, a görögdinnyében, a paprikában és a sáfrányban.</li> <li>• A vörös asztaxantin (egy fehérjével komplexet képezve) felelős az élő homárok és rákok kék vagy zöld, valamint a lazacok és a flamingók rózsaszín színéért</li> </ul>	
<b>Klorofill</b>	<b>Hem</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A zöld növényekben található, a fotoszintézishez szükséges fő pigmentek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A mioglobinnal felelős a friss húsok lilás-vörös színéért</li> </ul>

*3. táblázat. Természetben előforduló pigmentek*

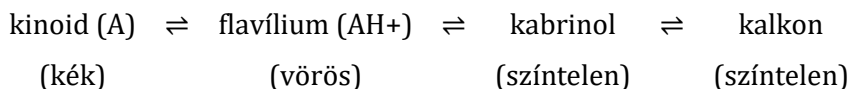
### A szín és a pigmentek stabilitását befolyásoló tényezők

Számos tényező befolyásolja a pigmentek színének stabilitását. Ezek alapvetően olyan tényezők, amelyek a molekula szerkezetét változtatják meg, mivel az befolyásolja a pigmentek által elnyelt látható fény pontos hullámhosszát, és ezáltal az áteresztett komplementer színeket. Ezen

tényezők közé tartozik az oxidáció, a hőmérséklet-változás, a pH-változás és a fémionok jelenléte.

### Antociánok

Vizes oldatban az antociánok különböző formákban vannak jelen, amelyek egymással egyensúlyban vannak. A pH és a hőmérséklet megváltoztatása befolyásolja az egyensúlyi helyzetet és így a színért felelős meghatározó speieszeket is. Alacsony pH-n (savas oldatban) és alacsony hőmérsékleten a legszínesebbek. Hő hatására az egyensúly a jobbra mozdul el, és a vegyületek kevésbé lesznek termodinamikailag stabilak. Ez okozza a színvesztést és a barnulást.



Az antociánok olyan fémionokkal is komplexeket képeznek, például az alumínium- ( $\text{Al}^{3+}$ ) és vas(III) ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ionokkal. Ezek az ionok a „bádog” konzervdobozokat alkotó fémekben is megtalálhatóak, így az ezekkel érintkezésbe kerülő gyümölcsbefőttek is, ez pedig elszíneződéshez vezethet.

### Karotinoidok

A karotinoidok nagyszámú váltakozó egyszeres és kétszeres szén-szén kötést tartalmaznak, amelyek együttesen felelősek a vegyületek színes voltáért.

A karotin szerkezetét és látható spektrumát az alábbi ábra szemlélteti. A látható spektrum ibolya-kék tartományában nyeli el a fényt, amely azt jelenti, hogy sárga fényt ereszt át.

A szén-szén kettős kötések telítetlensége miatt a karotinoidok érzékenyek az oxidációra. Ezt az oxidációs folyamatot a fény, egyes fémek és hidroperoxidok katalizálhatják. Ez megváltoztatja a kötés típusát, és a szín halványodásával, az A-vitamin aktivitásának elvesztésével és kellemetlen szagok keletkezésével jár.

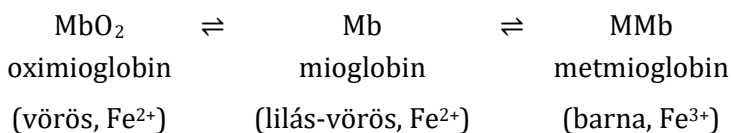
A karotinoidok 50 °C-ig, valamint a 2-7 közötti pH-tartományban stabilak, ezért az élelmiszer-feldolgozás legtöbb formája során nem bomlanak le. Melegítéskor a természetben előforduló transz-izomer átalakul cisz-izomerré.

## Klorofill

A klorofill egy porfin nevű csoportot tartalmaz, amelyet négy nitrogénatom alkot. A porfingyűrű nagyon stabil komplexet képez a magnéziumionnal (lásd az ábrát). A klorofill hővel szembeni stabilitása a pH függvénye. Megfelelően lúgos (pH = 9) közegben termodinamikailag stabil, viszont kellően savas (pH = 3) közegben instabil. Melegítés hatására a növény sejtmembránja károsodik, savak szabadulnak fel, amelyek csökkentik a pH-értéket. Ezen az alacsonyabb pH-értéken a magnéziumiont kiszorítja két hidrogénion, melynek következtében egy olajzöld-barna színű feofitin-komplex keletkezik. A sejtek melegítés hatására való bomlása szintén növeli a klorofill fény hatására való bomlásának esélyét.

## Hem

A hem csoport is porfingyűrűt tartalmaz, de egy vasionnal képez komplexet. Az oxidáció során az oxigén kötődik a lilásvörös mioglobinhoz (Mb), és vörös oximioglobin (MbO<sub>2</sub>) képződik. Mind a Mb-ban, mind az MbO<sub>2</sub>-ban a hem csoport vasa vas(II)-ion – Fe<sup>2+</sup> – formájában van jelen. A Mb és MbO<sub>2</sub> autooxidációja révén a vas oxidációs állapota vas(III)-ra – Fe<sup>3+</sup> – változik. Fe<sup>3+</sup> állapotban metmioglobinnak (MMb) nevezik. A metmioglobin élelemiszeripari szempontból nemkívánatos barnásvörös színű anyag. A három megjelenési forma közötti átalakulás könnyen végbemegy.



Az autooxidációból származó barna metmioglobin képződési sebességének minimalizálásához a húst oxigénmentesen tárolják. Alacsony gázáteresztő képességű csomagolófóliákat használnak. A levegőt eltávolítják, és védőgázt, általában tiszta szén-dioxidot juttatnak a csomagolásba.

## Mesterséges színezőanyagok (színezékek)

Ha egy bizonyos élelmiszerre vágyunk, érdemes lehet megvizsgálni a csomagolást. A legtöbb országban ma már minden élelmiszeren fel kell tüntetni az összetevőket. Például egy csomag málnaszelé lehet, hogy soha nem látott málnát. Ehelyett aromákat és színezékeket adnak hozzá, hogy az "étel" íze és kinézete a málnára hasonlítson. Az élelmiszer-adalékanyagokat számokkal látják el, hogy azonosítani lehessen őket. A világ egyes részein E-számoknak nevezik őket, máshol a Nemzetközi Számozási Rendszer (International Numbering System, röviden INS) van használatban. Sajnos sok mesterséges színezékről bebizonyosodott, hogy rákkeltő hatású. Például 1938-ig a 4-dimetil-amino-azobenzolt használták vaj színezéséhez. Ezt a „vajsárga” ételszínezéket mostanra kivonták a forgalomból, mivel rákkeltő hatású.

Az egyik gondot a különböző országok eltérő szabályozási rendszerei okozzák. Néhány színezéket, amely egyes országokban engedélyeznek, más országokban betiltottak. Sok élelmiszer lépi át a nemzetközi határokat, ezért ez a jelenség jogos aggodalomra ad okot: szükségessé vált egy színezékekre vonatkozó nemzetközi jogi szabályozás. A nemzetközi iskolák laboratóriumi gyakorlataihoz ez a témakör kiváló lehetőségeket ad: a diákok összehasonlíthatják az azonos termék-típusok különböző országokból származó eltérő márkájú minták összetételét. A termékekben található különböző színezékeket kromatográfiás módszerekkel azonosíthatják.

## Az élelmiszerek nemenzimes barnulása

A például az alma hámozását követő, ún. enzimés barnulás általában nemkívánatos – az ételek ízét és megjelenését azonban javítja az alapos főzés során bekövetkező természetes barnulás.

A magas szénhidrát tartalmú (különösen a szacharózt és a redukáló cukrokat, például glükózt tartalmazó) és a kevés nitrogént tartalmazó vegyületekből álló élelmiszerek karamellizálhatók. Bár ez egyszerűen melegítéssel megvalósítható, a kémiai folyamat korántsem ilyen egyszerű. Mind a szacharóz, mind a glükóz karamellizálásakor sokféle anyag keletkezik, köztük savak, édes és keserű származékok, karamellaromájú illékony molekulák és barna színű polimerek. A karamellizáció sebességét növelő tényezők közé tartozik a savas (pH = 3-nál alacsonyabb kémhatás) illetve a bázikus katalizátor (pH = 9-nél



magasabb kémhatás). A hőmérséklet is fontos. Főzés során nem történik karamellizáció, mivel 120 °C feletti hőmérsékletre van szükség, ami a magas cukortartalmú élelmiszerek sütése során fordul elő. A karamellizációt látjuk akkor is, amikor a tojást tartalmazó ételek teteje „barnára sül”.

A nitrogéntartalmú élelmiszerek esetében a Maillard-reakció során a szénhidrát – akár szabad, akár keményítőben kötött cukor – egy szabad vagy fehérjeláncot alkotó aminosav aminocsoportjával reagál. Alapvetően egy redukáló cukor és az aminocsoport közötti kondenzációs reakcióról van szó. A lizin aminosav jelenléte eredményezi a legnagyobb mértékű barnulást, a ciszteiné pedig a legkisebb mértékűt. Így a lizint tartalmazó élelmiszerek, mint például a tej, könnyen barnulnak. Mivel a nedvesség csökkenti a hőmérsékletet, a jó pörkölt elkészítéséhez célszerű a húst, a zöldségeket és a lisztet forró olajban jól megpirítani, hogy kihozza az ízelet, mielőtt folyadékot adnánk hozzá. A Maillard-féle barnulás történik a tejszokoládé készítésekor, illetve ha cukrot és tejszínt melegítünk vajkaramella, tejkaramella vagy karamell készítéséhez.

*A 2022/2. számban megjelent szakszöveg mintafordítása:*

## **Az ecetsav előállítási útjai**

### **1. Bevezetés**

[...] Az ecetsav átlátszó, szúrós szagú, csípős ízű folyadék, olvadáspontja 16,73 °C, forráspontja pedig 117,9 °C. A hagyományosan „ecetnek” nevezett ecetsavat széles körben használják élelmiszer-tartósítószerként. Első felfedezésre (i.e. 5000 körül) a felügyelet nélkül hagyott szőlőlé borrá változása során került sor. A híres orvos, II. Hippokratész (i.e. 420 körül) ecetsavat használt a sebek tisztítására. Az ecetsav közvetlen és közvetett felhasználása számos vegyipari ágazatra terjed ki, mint például az élelmiszeripar, a gyógyszeripar, a vegyipar, a textilgyártás, a polimergyártás, a gyógyászat, a kozmetikai ipar stb. Azóta az ecetsavról bebizonyosodott, hogy egy sokrétűen felhasználható kémiai építőelem, amelynek eredményeképp az iránta való kereslet

folyamatosan növekszik. Az ecetsavtermelés várhatóan eléri majd a 18 millió tonnát, évi átlagos 5%-os növekedéssel számolva.

## 2. Ecetsavgyártás

Az ecetsavat főként kémiai úton állítják elő, amely homogén és heterogén katalitikus módszereket is magában foglal. A metanol Monsanto-eljárás során történő karbonilezése a legelterjedtebb út, amely különféle katalizátorok alkalmazásával és a folyamat hatékonyságának fokozódásával a Cavita-eljárásként ismert úttá fejlődött tovább. Az elmúlt évtizedben egyre nagyobb érdeklődés övezi a fermentáción alapuló megoldásokat is; azonban a kereskedelmi vonatkozások szempontjából még további fejlődés szükséges. A fenntartható termelés aktuális tendenciái sürgős paradigmaváltást követelnek meg: olyan fenntartható előállítási utak kifejlesztésére és alkalmazására van szükség, amelyek csökkentik a környezeti terhelést. Létezik egy membrán alapú technológiákon alapuló megoldási lehetőség, amely nagyon egyszerű konstrukció mellett környezetbarát előállítást tesz lehetővé.

### 2.1 Hagyományos eljárások

#### 2.1.1 Metanol karbonilezése

A Monsanto-eljárásként is ismert karbonilezési eljárás az ecetsav nagyüzemi gyártása során leggyakrabban alkalmazott módszer (2. ábra). A metanolt és a szén-monoxidot folyadék fázisban reagáltatják egymással ródium (Rh) alapú katalizátor jelenlétében, 150-200 °C hőmérsékleten és 30-50 bar nyomáson, a folyamat a keletkezett ecetsavra nézve 95%-os szelektivitású, a maradék 5%-ban pedig olyan melléktermékek keletkeznek, mint a hangyasav és a formaldehid. A hidrogén-jodidot a folyamat során lúgos promóterként használják. A reakció folyadék fázisban megy végbe homogén katalizátor alkalmazása mellett, oldószerként metil-acetátot használnak. A reakcióhoz szabályozott mennyiségű víz szükséges, amelyet in situ (jelentése: eredeti helyén, vagyis a reakcióedényben) metanol és hidrogén-jodid reakciójával állítanak elő. A Monsanto-eljárás során a reakciósebesség a víz koncentrációjától függ. A reakció során melléktermékként CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> és metanol keletkezik. A reakcióban keletkezett metanolt újrahasznosítják. Az eljárás az idők során fejlődött, a tiszta ecetsav víz és melléktermékek

elégyletől való elválasztására különböző módszereket alkalmaztak. Ezt az eljárást a BP Chemicals nevű cég módosította: a ródium alapú katalizátort irídium (Ir) katalizátorra cserélték, ez Cavita-eljárásként lett ismert. Az irídium koordinációs fémként való használata gazdaságosabbá teszi a folyamatot, mint a ródiumé. Az irídium katalizátor használata növeli a bruttó reakció sebességét.

Komoly aggodalomra adnak okot a jelenleg használt eljárásokból származó biztonsági és környezeti kockázatok. Az ecetsav erősen korrozív, a gyártási folyamatoknak fenntarthatóbbá és környezetbarátabbá kell válniuk, ez pedig az előállítási és az azt követő elválasztási technológiák energiaigényének csökkentésével, valamint heterogén katalizátorok használatával érhető el. A japán Chiyodo cég kifejlesztett egy heterogén Rh-katalizátoros eljárást, amelyben fém ródiumot vinil-piridin gyantán rögzítettek. A heterogén katalizátor alkalmazása segít megelőzni a folyadékfázisban kialakuló katalizátorvesztéséget, valamint elősegíti a reakcióelegyletől való könnyebb elválasztást. A reakcióban felhasznált víz mennyisége nagyon alacsony, így a víz ecetsavtól való elválasztása energiahatékonyság szempontjából kedvezőbb a többi említett eljáráshoz képest.

### **2.1.2 Acetaldehid oxidációja**

Az ecetsav előállítására az acetaldehid oxidációja volt az elsődleges eljárás, amely során először az acetaldehidet etilén oxidációjával állítják elő palládium és réz-klorid felhasználása mellett, majd azt tovább oxidálják ecetsavvá (3. ábra). Ugyanez a folyamat megy végbe kobalt és króm alapú katalizátor alkalmazásával, 55 bar nyomáson és 150 °C-os hőmérsékleten. Az etilén egy lépésben történő ecetsavvá alakítása során ólom és ólom-platina alapú katalizátort alkalmaznak, amely reakció az acetaldehid-oxidációs eljáráshoz képest magas nyomáson megy végbe, ecethozama pedig alacsony.

### **2.1.3 Szénhidrogének oxidációja**

Az ásványolajból mint nyersanyagból származó szénhidrogéneket, például a butánt és a könnyűbenzint (naftát) is használnak ecetsav előállítására kobalt-acetát és króm-acetát katalizátor alkalmazásával (4. ábra). A reakció viszonylag magasabb hőmérséklettartományban (150-230 °C) és nyomáson (50-60 bar) megy végbe. Az eljárás kiindulási anyaga szénhidrogén-keveréket tartalmazó kőolaj, ez pedig az ecetsav

mellett egyéb melléktermékek, például aceton, hangyasav és propionsav képződéséhez vezet. Így ez a folyamat nem eredményez tiszta ecetsavat. Ez az eljárás inkább illékony zsírsavak keverékének előállítására alkalmas.

## 2.2 Fermentációs eljárások

Az erjesztésen, vagyis fermentáción alapuló módszerek leginkább az étkezési ecetsav, azaz ecet előállítására alkalmasak. Ez a folyamat főként megújuló szénforrások, például alma, szőlő, körte, méz, nád, kókuszdió, datolya, gabonaszirup, hidrolizált keményítő, sör és bor felhasználását foglalja magában. A fermentációs folyamat alapvetően két lépésből áll: első az élesztővel végzett kezelés, amelyet az ecetsavtermelő baktériumok (angolul elterjedten rövidítik az AAB betűszóval – Acetic Acid Bacteria) követnek. Az ecet kereskedelmi célú gyártása ecetsavtermelő baktériumok által végzett oxidatív fermentációval történik. Az *Acetobacter* és a *Gluconacetobacter* a leggyakrabban használt fajok a tíz osztályozott nemzetség közül. Az *Acetobacter pasteurianus*t hagyományosan a 6%-ot (V/V) meg nem haladó koncentrációjú ecet kereskedelmi célú előállítására használják, míg a *Gluconacetobacter europaeus*t magas koncentrációjú (10% V/V) ecet előállítására használják. Az ecet ára a felhasznált forrás típusától és a termelés helyétől függően változik.

### 2.2.1 Orleans eljárás

Ez egy jól bevált, hagyományos módszer, amelyet kis mennyiségű ecetsav előállítása során részesítenek előnyben. A francia Orléans szóból ered, ezen folyamat során a kiindulási anyagok fermentálására fahordókat használnak. Ezt a módszert követik a világ különböző régióiban az adott évszakban elérhető, meghatározott alapanyagokból történő egzotikus ecetfajták elkészítése során. A hagyományos balzsamecetet a világ különböző részein állítják elő, ezek közé soroljuk a spanyol sherryt, a görög oxost és az olasz modenai ecetet.

### 2.2.2 Csepegtetési eljárás

Ezt az eljárást az Orléans-eljárásban tapasztalható lassú ecetesedés megoldására fejlesztették ki. Az eljárás intenzitásának növelésének érdekében megerősítették az ecetsavbaktériumok és a szubsztrát közötti kölcsönhatásokat. Az alkoholos szubsztrátot folyamatosan

keringetve locsolják a fermentátumra, így biztosítják a kívánt ecetsav-koncentrációt. A reakcióhőt a rendszeren átvezetett levegő segítségével szabályozzák. Az eljárás hátránya, hogy a membrán felületén kocsonyás anyag halmozódik fel, amely az idő múlásával csökkenti a reakció sebességét.

### **2.2.3 A szubmerz eljárás**

Ezt a modern fermentációs módszert használják az ecet tömeggyártása során. Ez a legszélesebb körben elterjedt módszer, és az előző módszerhez képest nagy hozamot és gyors oxidációs sebességet biztosít. 30-szor gyorsabb, mint az Orléans-eljárás, és nagyobb hatásokkal állítja elő az ecetsavat. Ez a folyamat nagyobb hozam mellett viszonylag kis helyet igényel. A folyamathoz az ecetképződés sebességének növelésére a Fringe-acetátor nevű berendezést használják. Az ecetsav hozama 98%. A magas minőségű ecetsav eléréséhez tiszta szubsztrátokra van szükség. Ez az erjesztési folyamat igen gazdaságos, felépítése egyszerű, a folyamatszabályozás pedig könnyű.

A fermentációs módszer viszonylag egyszerű műveletekkel gazdaságosan megvalósítható. Ezen eljárás azonban a jelenlegi globális igény kielégítésében csak korlátozott szerepet játszik. Jóllehet, a hagyományos eljárás több lépést foglal magában, például frakcionált desztillációt, kondenzációt és kristályosítást, amelyek növelik az egyébként is magas gépi költségeket. Az üzemi körülmények nehezek, figyelembe véve a folyamat hőmérsékletét és nyomását, valamint az ecetsav korrozív természetét. Az ecetsav víztől való megtisztítása egy többlépcsős folyamat, amely nagy mennyiségű energiát fogyaszt, ami az egész folyamatot bonyolulttá és kritikussá teszi. Ezen túlmenően a folyamat nagy munkaerőt igényel, szigorú biztonsági protokollokkal és szabályokkal.

## **3. Az új, fenntartható technológiák fejlesztésének szükségessége**

A globális felmelegedés egyre növekvő fenyegetését és az ecetsav iránti folyton növekvő globális keresletet tekintve, égető szükség van új technológiai megközelítés és fenntartható alapanyagok kifejlesztésére az ecetsavgyártáshoz. Annak ellenére, hogy a közelmúltban számos új folyamatról és technológiai fejlesztésről számoltak be, ezek magas termelési költségeikhez képest nem képesek elegendő hasznot termelni.

Az ecetsav elválasztása továbbra is kulcskérdés a gazdasági és energiafogyasztási akadályok leküzdésében. A különböző műveletek, mint például a desztilláció, a bepárlás, az abszorpció, a szűréssel történő kristályosítás és a lúgos semlegesítés idő- és energiaigényesek. Annak ellenére, hogy ezek a folyamatok több lépésből állnak, az egyre növekvő kereslet miatt kénytelenek vagyunk ezt az utat követni. Másrészt az fermentációs eljárások megbízhatóságuk mellett nem alkalmasak a jelenlegi kereslet kielégítésére. Így egy új előállítási módszer kidolgozása vagy az elválasztási eljárás hatékonyságának fokozása drasztikusan csökkenthetné az ecetsav teljes előállítási költségét. A CO és CO<sub>2</sub> mint földgázból előállított alapanyagok hasznosítása az ecetsavtermelés hosszú távú fenntarthatóságát kínálja. Ez a technológia nagy tisztaságú ecetsavat kínál környezetbarát termelés mellett. Ezenkívül a membrán alapú elválasztási eljárások az ecetsav előállításának hatékony módját jelenthetik. Az utakat röviden tárgyaljuk.

### 3.1 CO és CO<sub>2</sub> mint fontos nyersanyag

A CO<sub>2</sub> és a szintézisgáz hasznosítása fenntartható alternatívát kínálhat az ecetsav előállítására. A BP bejelentette az áttörést jelentő folyamatot, amely során szintézisgázból mint földgázból származó alapanyagból állítanak elő ecetsavat. Ez alternatívát nyújt a SaaBre eljárással szemben, amely során három integrált lépésben állítják elő az ecetsavat. Az ecetsav szintézisgázból történő előállításával elkerülhető a CO tisztítása és a metanol vásárlása. Bár a technológia még nem teljesen kiforrott, a fenntarthatóság tekintetében jobb alternatívát kínál. Hasonlóképpen az előzőhöz, az ecetsav előállítása történhet CO<sub>2</sub> és H<sub>2</sub> reagáltatása során keletkezett metanolból, amelyet egy további karbonilezési lépés követ.

### 3.2 Membrán alapú technológiák

A membrántechnológia szabályozott tömegátviteli sebesség mellett teszi lehetővé a folyadékok, gőzök és gázok szelektív szétválasztását. Ezek a folyamatok könnyen kezelhetők és egyszerűen megtervezhetőek. A technológia fejlesztési lehetőséget kínál az energiafelhasználás területén. A különböző komponensek elválasztására többféle eljárás került leírásra a membrán pórusmérete alapján. Ezek név szerint a mikroszűrő, az ultraszűrő és a nanoszűrő membránok. A

rendszer üzemi nyomása (1-20 bar között változik) a használt membrán pórusméretétől függően változik. A fordított ozmózis egy másik membrántechnológia, amely nem porózus membránt használ. Ez a folyamat 20 bar feletti nyomáson működik. A membrántechnológiák az ecetsav kémiai úton történő elválasztására szolgáló feldolgozási folyamatok, valamint a fermentációs folyamatok során egyaránt alkalmazhatóak. Az erjesztő berendezés és egy ecetsav-áteresztő membrán kombinációja segítheti az ecetsav elválasztását, ezzel pedig kiküszöbölhető a folyamat öngátló hatása.

## Zárszóul

Az ecetsav ipari előállítási lehetőségei nem szerepelnek a kémia tankönyveinkben. Aki megpróbált a világhálón tájékozódni, gyorsan rájöhett, hogy a szokásos internetes források sem segítenek. Léteznek olyan interneten elérhető szótárak és fordításkereső, amelyek hivatalos fordításokat is összehasonlítanak. A legtöbb esetben nagyon hatékonyak, de ez nem az az eset.

Komoly utánajárást igényelt, hogy egyes eljárásokat helyesen fordítsunk (pls.: trickling method). Optimista alsó becsléseim szerint is minimum 3-5 forrást kellett találni egy igazán jó fordításhoz. Mint mindig, elsődlegesen a szöveg minőségi megértése adja a pontozás alapját. Hiszen nem azt várjuk a középiskolás korú versenyzőktől, hogy ismerjék a vegyipari technológiákat, hanem azt, hogy érzékeljék, hogy melyik szakszó igényel komolyabb utánaolvasást.

Szükségesnek érzem leírni, hogy egy meglehetősen aktuális cikk, ezért sok olyan információ is szerepel benne, amit még a vegyipari technológia alapjait tanulók sem tanulnak. Ez az fő oka, hogy jellemzően régebbi szövegek kerülnek kitűzésre.

**A 2021/22-es tanév angol fordítási versenyének végeredményei:**

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Összpont (max. 400)
<b>Horváth Lilla</b>	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	398,8
<b>Horváth Kata</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	396,7
<b>Rácz Jázmin</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	394,4
<b>Szemerády Zsanett</b>	11.	Verseggy Ferenc Gimnázium, Szolnok	393,2
<b>Huszár Krisztina</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	392,7
<b>Kozma Bence</b>	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	391,9
<b>Takács Noémi</b>	10.	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	390
<b>Csingi Zoltán</b>	12.	Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog	388
<b>Szedlacsek Anna</b>	10.	Kölcsey Ferenc Gimnázium, Budapest	386,1
<b>Rabi Zoltán</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	384

A táblázatban a legjobb 10 beküldő pontszámai szerepelnek.

**Mindenkinek gratulálunk a kiváló munkákhoz!**



Ősz Katalin, Várnagy Katalin

## Az 54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője – 2022. április 1-3., Debrecen

2019 után az idei évben – habár a 2020-as és 2021-es döntő szervezői feladatait is a Debreceni Egyetem Kémiai Intézete látta el – végre másodszorra is lehetőségünk volt személyesen találkozni Debrecenben az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny döntőjén. Talán az a tény, hogy az előző két alkalommal nem tudtuk csak online megszervezni a döntőt, még örömtelibbé tette ezt a mostani találkozást. Mind a szervező bizottság, mind a tanárok és a diákok nevében mondhatjuk/írhatjuk azt, hogy remek érzés idén végre visszatérni a (majdnem) régi kerékvágásba.

A megnyitót április 1-én este tartottuk a Debreceni Egyetem Élettudományi Épületének nagy előadótermében. A diákokat, felkészítő tanáraikat és a gyerekeket kísérő szülőket *Várnagy Katalin*, az Irinyi szervezőbizottság elnöke, a DE Kémiai Intézetének igazgatója üdvözölte. Gratulált a részt vevő diákoknak, akik sok munkával, tanulással készültek és jutottak tovább az országos döntőbe. Bizakodását fejezte ki, hogy a döntőn részt vevő 200 diák közülük minél többen választják majd hamarosan a vegyész, vegyészmérnöki, kémiai tanári hivatást. Ezután beszédében köszöntötte a kísérő, felkészítő tanárokat, és megköszönte áldozatos munkájukat, mellyel a kémia, a vegyészet szépségeit mutatják meg az ifjú nemzedéknek.

Ezt követően *Kun Ferenc*, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karának dékánja tartotta meg nyitóbeszédét. Elmondta, hogy a TTK kiemelt figyelmet fordít a minőségi természettudományos képzésre és a beiskolázásra, így nagyon fontos, hogy a kar ad otthont ennek a rangos középiskolai versenynek. Bemutatta a Természettudományi és Technológiai Kart, kiemelve, hogy a térség meghatározó technológiai tudásbázisa, kutatás-fejlesztési és innovációs potenciálja túlmutat a régió határain. Elmondta, hogy a kar a természettudományos és mérnöki képzések széles palettáját nyújtja a felvételizőknek, hiszen 2007 óta többféle mérnökszakkból is választhatnak a felvételizők a hagyományos természettudományos és tanárképzés mellett.

Kun Ferenc hozzátette, hogy a kar tehetséggondozási programjának igen fontos részét képezik ezek a versenyek, és bizakodik, hogy az itt részt vevő diákok közül sokan választják majd felsőoktatási tanulmányaik helyszínéül a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karát.

Ezután a **Debreceni Zeneiskola** növendékeinek előadása következett. A zeneiskola négy diákja, *Ladányi Benedek*, *Nagy Lukács*, *Pokoraczki Álmos* és *Bakóczy Ada* (felkészítő tanáraik: Hajduné Hőgye Zsófia, Sáriné Szebenyi Judit, Tóth Lilla és Juhász Erika) a régió jellemző zenei motívumaiból egy kászoni összeállítást, majd lőrincrevi dallamokat, végül egy hajdúsági összeállítást adott elő citerán és énekszóval.

Végül *Ősz Katalin*, a Versenybizottság elnöke köszöntötte a jelenlévőket: diákokat, tanárokat, és a debreceni szervezőbizottság tagjait is, majd nyitotta meg a versenyt sok sikert és közös élményeket kívánva diákoknak, tanároknak egyaránt.

Az estét egy ünnepélyes vacsorával zártuk.

Másnap, április 2-án az írásbeli és gyakorlati fordulókkal folytatódott a verseny. A korábbi szokásoktól eltérően az idei évben a 9. és 10. osztályos tanulók nem egyszerre írták meg az írásbeli fordulót, majd végezték el a laborkísérleteket, hanem a 9. osztályosok az írásbelivel, a 10. osztályosok pedig a laborral kezdtek, majd a két csapat helyet cserélt. Így sikerült elkerülni a szünetben a túl nagy tömeget, és a 10. osztályosok laborfordulójának a javítására is több idő maradt. Egy másik változtatás az volt, hogy az írásbeli forduló minden kategóriában a korábbi 3 órás helyett 2,5 órás volt. A diákok számára pedig hamarabb befejeződtek a verseny izgalmi, és egy kis városnézésre, egyéb kötetlen programra is jutott idő, bár az időjárás nem igazán kedvezett a szabadtéri programoknak.

A kísérőtanárok, valamint a Kémiai Intézetből jelentkező javítók-segítők (nagyreszt kémiantanár szakos hallgatók) munkájának eredményeképpen estére részleges eredményhirdetésre kerülhetett sor. Hálásak vagyunk minden kollégának, akik részt vettek a javításban.

Az esti részleges eredményhirdetésre a versenybizottság összeállította azoknak a diákoknak a névsorát (habár a lista véglegesítésekor még csak a kódokat ismertük), akik a másnapi szóbeli fordulón részt vehettek, valamint estére a részletes írásbeli- és laborpontszámok is

felkerültek a DE Kémiai Intézetének Irinyi-oldalára. A hagyományok szerint azonban ezt az eredményhirdetést mindig megelőzi egy izgalmas előadás – ezt idén *Tircsó Gyula*, a Debreceni Egyetem Fizikai Kémiai Tanszékének tanszékvezető egyetemi docense tartotta „*Orvosi képpalkotás a vegyész szemüvegén keresztül*” címmel. Ennek keretében az orvosi diagnosztikában és terápiában használt vegyületek, sugárzó izotópok példáin keresztül mutatta be az előadó, hogy milyen szempontok szerint, milyen sok-sok lépésen keresztül történik a különböző orvosi gyakorlatban használt készítmények kifejlesztése, milyen nehézségeket és mellékhatásokat kell leküzdeni, mire egy komplex vegyületből gyógyszer lesz. Egyúttal képet kaptak a diákok arról is, hogy milyen szerepet játszanak ezekben a gyógyszerfejlesztési folyamatokban a debreceni kémikusok.

A másnap (április 3.) délelőtti szóbeli forduló zsűrijének elnöke *Simonné Sarkadi Livia* egyetemi tanár volt, a zsűri tagjai *Bárány Zsolt Béla* kémiantanár, *Musza Katalin* kémiantanár, tudományos munkatárs, *Ósz Katalin* egyetemi docens, valamint *Várnagy Katalin* egyetemi tanár. A szóbeli fordulón négy különböző témáról hallgathattunk meg izgalmas és változatos, 5-5 perces előadásokat.

A szóbeli forduló – és így az egész rendezvény – ünnepélyes eredményhirdetéssel és zárófogadással fejeződött be. Az előbbin részt vett *Kéki Sándor*, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karának tudományos dékánhelyettese is – aki maga is vegyész, valamint az Alkalmazott Kémiai Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára. Ő is köszöntötte a Debrecenbe érkező diákokat és tanáraikat, és a gratulációja mellett röviden mesélt saját, kémiával kapcsolatos élményeiről, és néhány kémiai felfedezéssel kapcsolatos érdekességről is.

Az idén először került átadásra a **Pálinkó István-díj**. A díj átadása előtt *Musza Katalinnak*, a versenybizottság tagjának, a Szegedi Tudományegyetem oktatójának a megemlékezését hallgattuk meg: Pálinkó István, a Szegedi Tudományegyetem professzora, gimnazista korában maga is sikeres „irinyis” versenyző volt. Szívügye volt ez a verseny, a kémiát szerető fiatalok felkutatása. Rajongott a kémiáért minden formában és mennyiségben. A megyei, majd az országos versenybizottság tagja, 2011–2018-ig az elnöke volt. Lelkesen készítette a szerves kémiai feladatokat, a szubsztituált ciklohexán izomerek voltak a kedvencei. A

feladatkészítésre bízta és ösztönözte kollégáit és tanítványait is. Az országos döntő szóbeli fordulóját mindig is a verseny fénypontjának tartotta. Az elmúlt, több mint tíz évben a szóbeli forduló zsűrijét el sem tudtuk képzelni nélküle. 2021 tavaszán bekövetkezett váratlan halála mindannyiunkat szíven ütött. Ezért döntött úgy az Irinyi Versenybizottság, hogy egy róla elnevezett díjat alapít. A Pálinkó István-díjat minden évben egy versenyző kapja meg, aki a szóbeli fordulón a zsűri véleménye alapján a legszínvonalasabb feleletet adja.

Az idei, első Pálinkó István-díjat **Perényi Attila** (Budapest I. kerületi Szilágyi Erzsébet Gimnázium, felkészítő tanára: *Tóth Katalin*) vehette át.

A verseny két **Irinyi-díjasa** (a részt vevő kilencedikes, illetve tizedik osztályos tanulók legjobb eredményt elérő egy-egy versenyzője) **Erdélyi Kata** (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, felkészítő tanára: *Albert Attila*) és **Éger Viktória Bernadett** (ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, felkészítő tanára: *Villányi Attila*) voltak.

Az egyes kategóriák helyezettei és a különdíjasok az alábbiak lettek:

### **I.a kategória**

1. **Erdélyi Kata**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
2. **Ujpál Bálint**, Miskolci Herman Ottó Gimnázium (felkészítő tanár: *Molnár Krisztina*)
2. **Darázs Anna**, Révai Miklós Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Csatóné Zsámbéky Ildikó*)
3. **Tusnád Sámuel**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
4. **Jánosik Jázmin**, Révai Miklós Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Csatóné Zsámbéky Ildikó*)
5. **Masa Barnabás**, Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanár: *Szivós Ádám*)
6. **Szilágyi Barnabás**, Pannonhalmi Bencés Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Kollégium (felkészítő tanár: *Drozdík Attila*)

6. **Klement Tamás**, Pécsi Leőwey Klára Gimnázium (felkészítő tanár: *Lajos Lilla*)
7. **Bogár Balázs**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
8. **Soczó Panni**, Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Versits Livia*)
9. **Tran Huyen Ly Teri**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
10. **Csitári Dávid**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)

### I.b/1. kategória

1. **Németh Samu**, Péterfy Sándor Evangélikus Gimnázium, Általános Iskola, Óvoda, Alapfokú Művészeti Iskola és Kollégium (felkészítő tanár: *Győryné Timár Henriette*)
2. **Arató Attila Gergő**, Pécsi Janus Pannonius Gimnázium (felkészítő tanár: *Hegyiné Király Krisztina*)
2. **Liu Jiazong**, Szent István Gimnázium (felkészítő tanár: *Miklós Zoltán, Dr. Borbás Réka*)
3. **Surányi Gergő**, Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóthné Tarsoly Zita*)
4. **Bíró Bence Fülöp**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
5. **Nagy-Szentesi Máté**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Varga Bence*)

### I.b/2. kategória

1. **Viczko Csaba**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)

2. **Nagy Dávid**, Földes Ferenc Gimnázium (felkészítő tanár: *Fóris Tímea*)
3. **Székesi Fanni**, Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium (felkészítő tanár: *Labancz István*)
4. **Gerendás Rudolf**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)
5. **Barta Péter**, Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Lakatosné Tóth Ildikó*)
6. **Kaleta Viktória**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)

### I.c kategória

1. **Kasztner Dániel**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum (felkészítő tanár: *Barabás Gergő*)
2. **Szives Ilona Tünde**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum (felkészítő tanár: *Barabás Gergő*)
3. **Ordas Ádám Zsombor**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum (felkészítő tanár: *Barabás Gergő*)

Az I. kategóriában a legeredményesebb elméleti feladatmegoldó **Viczkó Csaba**; a legeredményesebb számítási feladatmegoldó **Erdélyi Kata**, **Németh Samu** és **Viczkó Csaba** volt. A gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban hibátlan eredményt ért el **Bodor Boldizsár**, **Hamar Petra**, **Homolya Zsombor**, **Kovács Marcell**, **Masa Barnabás**, **Nagy Dávid** és **Ujpál Bálint**.

## II.a kategória

1. **Juhász Gergő**, Vajda Péter Evangélikus Gimnázium (felkészítő tanár: *Mészárosné Verók Mária*)
1. **Pető Konrád**, Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Horváth Katalin*)
2. **Csonka Illés**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma (felkészítő tanár: *Mostbacher Éva*)
3. **Visontai Barnabás**, ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Viktor*)
4. **Rossz Koppány**, Eötvös József Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Pataki Zsuzsanna, Magyar Csabáné*)
5. **Járóka Réka**, Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Horváth Katalin*)
5. **Dobra László Edgár**, Nagy Mózes Elméleti Liceum, Kézdivásárhely (felkészítő tanár: *Kovács Zsuzsanna*)

## II.b/1. kategória

1. **Perényi Attila**, Budapest I. kerületi Szilágyi Erzsébet Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóth Katalin*)
2. **Tar-Pálfi Helga**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
3. **Molnár Kristóf István**, Városmajori Gimnázium (felkészítő tanár: *Dr. Szabóné Karácsonyi Virág*)
4. **Bettesch Helga Adél**, Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóthné Tarsoly Zita*)
5. **Koharek Anna**, Gödöllői Török Ignác Gimnázium (felkészítő tanár: *Karasz Gyöngyi, Szemethyné Abonyi Erzsébet*)

5. **Jádi Péter**, Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája (felkészítő tanár: *Muzsnay Zoltánné Murai Enikő*)

## II.b/2. kategória

1. **Éger Viktória Bernadett**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Villányi Attila*)
2. **Arnold Levente**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma (felkészítő tanár: *Dr. Petz Andrea*)
3. **Fekete Martin**, Földes Ferenc Gimnázium (felkészítő tanár: *Fóris Tímea*)
4. **Süli Ádám**, Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanár: *Csúri Péter*)
5. **Hegedús Márton Krisztián**, Kecskeméti Református Gimnázium (felkészítő tanár: *Sápi Anikó, Tóth Imre*)
6. **Bíró Gergő**, Jedlik Ányos Gimnázium (felkészítő tanár: *Elekné Becz Beatrix*)
7. **Jánics Richárd**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma (felkészítő tanár: *Dr. Petz Andrea*)
8. **Vásárhelyi István Péter**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Villányi Attila*)
9. **Gerendás Roland**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Villányi Attila*)



## II.c kategória

1. **Nemes Tímea**, Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum (felkészítő tanár: *Szilágyi Magdolna, Dr. Feketéné Kiss Judit*)
2. **Pecsők-Bak Benedek**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum (felkészítő tanár: *Barabás Gergő*)
3. **Schvirján Balázs**, Irinyi János Református Oktatási Központ (felkészítő tanár: *Kopcsik Erika*)

Az II. kategóriában a legeredményesebb elméleti feladatmegoldó **Gerendás Roland**, a legeredményesebb számítási feladatmegoldó **Éger Viktória Bernadett** volt. A gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban hibátlan eredményt ért el **Fekete Martin, Hegedűs Márton Krisztián, Jánics Richárd, Süli Ádám** és **Vásárhelyi István Péter**.

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi felkészítő tanárok kaptak elismerést, illetve könyvjutalmat:

**Borbás Réka Szilvia** (Szent István Gimnázium)

**Petz Andrea** (Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma)

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi iskolák kaptak különdíjat:

**Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium** vegyszercsomag

**Miskolci Herman Ottó Gimnázium** vegyszercsomag

A 2022-es évben végre – ha óvatosan is – visszatértünk a rendes kerékvágásba, a személyes döntőkhöz. Reméljük, ez most már így is marad. Más szempontból azonban továbbra is alakítjuk, változtatjuk, aktualizáljuk a verseny tematikáját, menetét, programját, és ehhez szívből köszönjük a kémiatanárok javaslatait, a velük való tartalmas beszélgetéseket, és a türelmüket is. Bízunk benne, hogy a változások üdítően hatnak, és az Irinyi-verseny továbbra is töretlenül halad előre, a kémiatanárok és diákok meglegedésére és örömére.

A versenyről további információkat talál az alábbi oldalakon:

- <https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/>: az MKE Irinyi oldala (innen letölthető a verseny története, a versenykiírás, az egyes fordulók feladatsorai és megoldókulcsaik, valamint fényképek)
- <https://kemia.unideb.hu/hu/irinyi-janos-orszagos-kozepiskolai-kemiaaverseny-2022>: a Debreceni Egyetem Irinyi-oldala (ahol elérhető a gyakorlati forduló feladatsora és megoldókulcsa, a verseny elméleti és gyakorlati fordulójának az összesített eredménye, fényképek, valamint információk a versenyhelyszínekről)
- <http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/IrinyiForum.html>: Irinyi-fórum (ide várjuk a részt vevő tanárok és diákok véleményét – melyeket természetesen a jövő évi verseny szervezésénél igyekszünk figyelembe venni.)

A program részben a Miniszterelnökség megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-21-B-0029 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg. Kiemelt támogatók még a Richter Gedeon Nyrt., a Szerencsejáték Zrt. és az EUROAPI Hungary Kft. További támogatók: ABL&E-JASCO Magyarország Kft., AKTIV INSTRUMENT Kft., C.H.Erbslöh Hungaria, LaborExport, MERCK, MESSER, REANAL LABOR Vegyszerkereskedelmi Kft., UNICAM Magyarország Kft.



MINISZTERELNÖKSÉG



SZERENCSEJÁTÉK ZRT.

## 54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Országos döntő feladatai (írásbeli rész)

### I.a és I.c kategória

**Munkaidő: 150 perc**

**Összesen: 180 pont**

### Elmélet

#### E1. feladat

**30 pont**

Az elmúlt fordulóban már találkozhattál **10 elektronos részecskékkel**. Most csoportosítsd őket az alábbi szempontok szerint! Az összes megoldást tüntesd fel, amit találsz! Rossz válaszáért nem jár pontlevonás, úgyhogy bátran írd be a választ úgy is, ha nem vagy biztos benne, hogy az a részecske valóban létezik-e. A sötétszürke kihúzott cellákba ne írd semmit, a fehér és a halványszürke cellákba viszont írd be a megoldásaidat!

A táblázat kitöltése során találhatsz olyan logikát, szabályszerűséget (pl. a három halványszürke cellánál), amit a táblázat többi részének a kitöltésénél is felhasználhatsz.

		Töltés:		
		negatív	semleges	pozitív
Atommagok száma:	1			
	2			X
	3			
	4	X		
	5			

#### E2. feladat

**44 pont**

A következő táblázatok számadatai növekvő sorrendben vannak. Ezek az adatok vagy a **kálium**hoz, vagy a **kén**hez, vagy a **nátrium**hoz tartoznak. A periódusos rendszerben mutatott tendenciák ismeretében állapítsd meg, hogy melyik adat melyik atomhoz tartozik. Írd az atom vegyjelét a számadat alatti alsó sor üres celláiba, majd ezek ismeretében válaszolj a kérdésekre!

Atomsugár (pm)		
127	190	235

Nemesgáz-szerkezetű ionjának sugara (pm)		
95	133	184

Elektronegativitás		
0,8	0,9	2,5

Sűrűség (g/cm <sup>3</sup> )		
0,86	0,97	2,07
	Na	

Első ionizációs energia (kJ/mol)		
418,6	496	999,3

Olvadáspont (°C)		
63,7	97,8	119

### Kérdések:

1. Melyik atomnak legkisebb a sugara a felsoroltak közül?
2. Mennyi a kénatom **átmérője** méterben?
3. A periódusos rendszer hányadik periódusában van az az atom, melyből 133 pm átmérőjű ion lesz?
4. Hány pikométerrel és hogyan változik meg a nátriumatom sugara az ionizáció során?
5. Mennyi a feladatban szereplő anion sugara?
6. A felsoroltak közül melyik atom elektronegativitása a legkisebb?
7. A periódusos rendszer hányadik csoportjában van a felsoroltak közül a legnagyobb elektronegativitású atom?
8. A periódusos rendszer azonos főcsoportjában a rendszám növekedésével hogyan változik az első ionizációs energia?
9. A legnagyobb méretű atomnak mennyi az első ionizációs energiája?
10. Hány g/cm<sup>3</sup> a különbség a nátrium és a kén sűrűsége között?
11. A nátrium és kén egyesülése redoxireakció. Írd fel a reakció egyenletét és nevezd meg a redukálószeret! Indokold is meg, hogy miért az!

12. A kénatom vegyületeiben különféle oxidációs számmal szerepel. Írj a megadott oxidációs számú kénatomot tartalmazó vegyületekre egy-egy példát a kénatom oxigénnel vagy hidrogénnel vagy oxigénnel és hidrogénnel alkotott vegyületei közül!

Rajzold le a molekula szerkezetének a sematikus rajzát, valamint add meg a molekula polaritását!

		Példa (összeg- képlet):	A molekula szerkezetének sematikus rajza (a nemkötő elektronpárok feltüntetésével):	A molekula polaritása:
	-2			
	+4			
	+6			

### E3. feladat

19 pont

Az anyagok számos fizikai és kémiai tulajdonságban eltérnek egymástól. Ezeknek a tulajdonságoknak az eltérő mértéke számszerűen is kifejezhető. Az alábbi táblázat középső cellájába írd be azt a **szakkifejezést**, amely éppen ennek a különbségnek a megnevezésére szolgál! (A legfelső sorban lévő szakkifejezés mintául szolgál.) Add meg a mértékegységét is!

Meghatározás:	Szakkifejezés:	Mérték- egység:
1 mol anyag stabil elemeiből való keletkezését kísérő hőmennyiség. A víz esetében -286 kJ/mol, az etanol esetében -277,8 kJ/mol az értéke.	képződéshő	
1 mol alapállapotú atom vegyértékhéjáról eltávolítható elektron		

eltávolításához kálium esetén 418,6 kJ energia befektetése szükséges. 24,3 g magnézium esetén a szükséges energia 737 kJ		
1 kg forráspontján lévő víz elgőzöléséhez 2256,37 kJ hőmennyiség kell, 1 kg forráspontú alkoholnál ez az érték 906,07 kJ.		
Azonos hőmérsékletű, azonos térfogatú víz és etanol közül a víznek nagyobb a tömege.		
Ha vízben $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -ot oldunk, akkor az oldat hőmérséklete nagyobb, ha $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -ot, akkor kisebb lesz, mint az oldószerül használt víz hőmérséklete volt.		
Bakonybél nevű településen a természetes eredetű víz (kútvíz) mosóhatása sokkal rosszabb, mint a debreceni ásott kútból való víz mosóhatása.		
Víz: – 1 mol etanol égésekor felszabaduló hőmennyiség 1367 kJ.		



8. A kiindulási és egyensúlyi állapotot tekintve hány gramm a különbség a reakcióterben résztvevő anyagok tömegében?
9. Az egyensúlyi gázelegyben hányszor nagyobb a hexén tömege a hidrogén tömegénél?
10. Az egyensúlyi gázelegyben hányszor nagyobb a hexán gőznyomása a hexén gőznyomásánál?


**Sz2. feladat****15 pont**

Minden kérdésre egyetlen helyes válasz van. Keresd meg a helyes választ és karikázd be a betűjelét! Ha egynél több választ karikázol be, akkor semmiképpen nem jár pont, akkor sem, ha a helyes válasz is köztük van! A számolás menetét nem kell leírni!

1. Milyen arányban kell összekeverni azonos anyag 10,0 tömeg%-os és 40,0 tömeg%-os oldatát ahhoz, hogy 25,0 tömeg%-os oldatot kapjunk?
- A) 1:1  
B) 1:4  
C) 4:1  
D) 25:10  
E) 25:40
2. Egy 100 dm<sup>3</sup>-es tartályba 200 mol X anyagot raktunk, s azt tapasztaltuk, hogy az egyensúly beálltáig 40 %-a disszociált, az alábbi egyenlet szerint:  $X \rightleftharpoons Y + 4Z$ . Mennyi az egyensúlyi állandó?
- A) 0,0143 mol<sup>4</sup>/dm<sup>12</sup>  
B) 0,40 mol<sup>4</sup>/dm<sup>12</sup>  
C) 0,273 mol<sup>4</sup>/dm<sup>12</sup>  
D) 2,13 mol<sup>4</sup>/dm<sup>12</sup>  
E) 69,9 mol<sup>4</sup>/dm<sup>12</sup>
3. 300 g 10,0 tömeg%-os oldatból mennyi vizet kell elpárologtatni, hogy éppen ne induljon meg a kristálykiválás, ha ezen a hőmérsékleten a só oldhatósága 20,0 g só/100 g víz?



- A) 100 g  
B) 120 g  
C) 150 g  
D) 200 g  
E) 270 g
4. Egy gázreakció sebességét az alábbi tapasztalati egyenlet írja le:  $v = k[A][B]^2$ . Hogyan változik meg a reakciósebesség értéke, ha a zárt rendszer térfogatát a felére csökkentjük?
- A) Nyolcszorosára növekszik.  
B) Kétszeresére növekszik.  
C) Változatlan marad.  
D) Felére csökken.  
E) A megadott adatokból nem lehet eldönteni.
5. 100,0 cm<sup>3</sup> 0,200 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú KIO<sub>3</sub>-oldathoz sósav jelenlétében feleslegben KI-ot adtunk, és a kivált jódot Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldattal titráltuk az alábbi rendezendő egyenletek szerint:
- $$1 \text{ KIO}_3 + 5 \text{ KI} + \dots \text{ HCl} = \dots \text{ I}_2 + \dots \text{ KCl} + \dots \text{ H}_2\text{O}$$
- $$\dots \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \dots \text{ I}_2 = \dots \text{ Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + \dots \text{ NaI}$$
- Mekkora térfogatú 1,200 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat fogyott a titrálásnál?
- A) 16,7 cm<sup>3</sup>  
B) 33,3 cm<sup>3</sup>  
C) 50 cm<sup>3</sup>  
D) 100 cm<sup>3</sup>  
E) 600 cm<sup>3</sup>

**Sz3. feladat****10 pont**

Az 50 °C-on telített réz-szulfát-oldat tömegének  $\frac{1}{4}$  része CuSO<sub>4</sub>,  $\frac{3}{4}$  része víz. A 0 °C-on telített réz-szulfát-oldat tömegének  $\frac{1}{8}$ -ad része a só. Hány gramm telített réz-szulfát oldatot kell 0 °C-ra hűteni, hogy 0,2 mol kristályos réz-szulfátot (rézgálicot, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) kapjunk?

**Sz4. feladat****12 pont**

A képzeletbeli Bergengócia legnagyobb vízfelülete a lakók által viccesen „Bergengóceán”-nak nevezett, viszonylag kis méretű mesterséges víztározó. Egyszer egy közlekedési baleset miatt a felette átívelő hídról a vízbe esett egy olyan teherautó, amely 20 darab, tömény (98 tömeg%-os) kénsavat tartalmazó ballont szállított. Egy-egy ballonban 60 kilogramm tömény kénsav volt. A Bergengóc Környezetvédelmi Hivatal nagyon hamar megállapította, hogy az összes ballon tartalma a vízbe került, a Bergengóceánról pedig korábbi kutatások alapján tudták, hogy a felszíne  $42500 \text{ m}^2$ , vize a baleset előtt semleges volt és elég gyorsan keveredett. A baleset után három nappal vízmintát vettek: ennek  $100,0 \text{ cm}^3$ -ének semlegesre titrálásához  $7,33 \text{ cm}^3$   $0,00647 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú NaOH-oldatra volt szükség. Számold ki, mekkora a Bergengóceán átlagos mélysége!

**Sz5. feladat****21 pont**

100 g 2,00 tömeg%-os NaOH-oldathoz, mekkora tömegű 2,00 tömeg%-os sósavat öntsünk, hogy a keletkezett oldat 1,00 tömeg%-os legyen (a) NaOH-ra, (b) HCl-ra, illetve (c) NaCl-ra?

**Sz6. feladat****10 pont**

A nátrium-nitrát oldáshője  $+20,5 \text{ kJ/mol}$ , fajhője\*  $1,09 \text{ J/g/K}$ . Vizes oldatának  $^{\circ}\text{C}$ -ban megadott fagyáspontját a  $T_f = -0,366 \cdot w$  képlettel lehet kiszámolni, ahol  $w$  az oldat ( $w$  g só/100 g víz) egységben megadott koncentrációja. A víz fajhője\*  $4,18 \text{ J/g/K}$ .

Ha  $20,0 \text{ g}$   $2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -os nátrium-nitrátot feloldunk  $100 \text{ g}$   $2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízben egy termosztóban, elkezd-e megfagyni az oldat?

---

\* Fajhő: az a hőmennyiség, amit 1 g anyaggal közölni kell, hogy a hőmérséklete 1 fokot növekedjen.

## 54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Országos döntő feladatai (írásbeli rész) I.b/1. és I.b/2. kategória

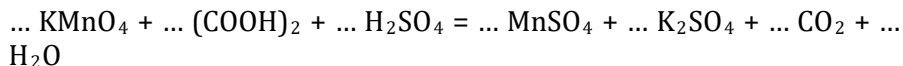
*Az E1.-E3., valamint az Sz1.-Sz3. és Sz5.-Sz6. feladat ugyanaz, mint az I.a és I.c kategória azonos sorszámú feladata.*

### Sz4. feladat

**12 pont**

Minden víz – a szennyezettségtől függően – kisebb-nagyobb mennyiségben tartalmaz oxidálható anyagokat, amelyek mennyiségét valamilyen alkalmas oxidálószer (pl. kálium-permanganát) használatával mérhetjük. 4 mol  $\text{KMnO}_4$  annyi oxidálható anyagot oxidál, amelynek az oxidációjához 5 mol  $\text{O}_2$ -re lenne szükség. Megfelelő eljárással így megadható az az  $\text{O}_2$  mennyiség, amely 1  $\text{dm}^3$  természetes vízben levő anyag kémiai oxidálásához lenne szükséges (ez a kémiai oxigénigény, röviden KOI). A KOI értéke pl. a Duna vizében 15-30 mg/l, kommunális szennyvizekben 70-200 mg/l között van.

A meghatározáshoz ún. kétszeres visszatitrálásos eljárást alkalmazunk: A vizsgált vízminta 5,00  $\text{cm}^3$ -hez 20,0  $\text{cm}^3$  0,002 mol/ $\text{dm}^3$  koncentrációjú  $\text{KMnO}_4$ -oldatot adtunk, a savas közeget 5,00  $\text{cm}^3$  30 tömeg%-os kénsav hozzáadásával biztosítottuk. Megfelelő kezelés után az oldathoz 20,0  $\text{cm}^3$  0,00500 mol/ $\text{dm}^3$  koncentrációjú oxálsavat adtunk, és a feleslegben maradt oxálsavat 0,00200 mol/ $\text{dm}^3$  koncentrációjú  $\text{KMnO}_4$ -oldattal megtitráltuk. A fogyás 10,2  $\text{cm}^3$   $\text{KMnO}_4$ -oldat volt. A lejátszódó reakció rendezendő egyenlete:



- Hány mol  $\text{KMnO}_4$  fogyott a vizsgált vízminta 1,00  $\text{dm}^3$ -ében levő oxidálható anyagok oxidálására?
- Hány mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$  a vízminta oxigénfogyasztása?

Milyen vízből származhatott a vízminta: természetes folyóvízből vagy szennyvízből?

## 54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

### Országos döntő feladatai (labor)

#### I.a., I.b/1., I.b/2. és I.c kategória

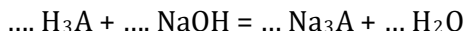
*Munkaidő: 120 perc*

*Összesen: 40 pont*

### Háromértékű sav moláris tömegének meghatározása

A természetben, a talajban, a növényekben (gyümölcsökben) számos többértékű sav található, amelyek a különböző létfontosságú fémionoknak a talajból a növényekbe való felszívódását segítik, a növényekben, az állatokban, emberekben a nyomelemek szállításában vesznek részt. Ezeket a természetben előforduló anyagokat sok esetben az élelmiszeripar is használja ízesítésre, tartósításra.

A mai feladatban egy ilyen, a természetben is megtalálható **háromértékű** sav molekulatömegét kell meghatároznod sav-bázis titrálás segítségével. Ehhez a kiadott főzőpohárban levő szilárd mintát kell megtitrálnod a **megadott receptet** követve. A titrálás során a háromértékű savat teljes mértékben közömbösítjük, szabályos só keletkezik az alábbi (kiegészítendő) egyenlet szerint:



### Útmutató a meghatározáshoz

- Az asztalon találsz egy parafilmmel lefedett kis főzőpohárban az ismeretlen mintát. Az előző lapon található bekeretezett rovatba írd be a **helyszámodat** és a **mintá azonosító számát, valamint a minta tömegét!**
- A szilárd mintát kevés vízzel történő oldás után tölcser segítségével juttasd a 100,00 cm<sup>3</sup> térfogatú mérőlombikba, és a főzőpohár többszöri átmosása után töltsd fel jelig az oldatot, majd a tartalmát alaposan rázd össze.
- Az így elkészített törzsoldatból pipettával mérjél ki a titráló vagy kis Erlenmeyer lombikokba 10,00-10,00 cm<sup>3</sup>-t. **Ellenőrizd, hogy a pipetted egy- vagy kétjelű pipetta-e!** Ha egyjelű pipetted van, abban az esetben az oldatot addig kell kiengedned, amíg „magától”

kifolyik, a legvégében maradt cseppet nem szabad kirázni. Adjál a mintákhoz 2-3 csepp fenolftalein indikátort.

- d) Töltsd fel a bürettát a kiadott NaOH-oldattal. Ha szükséges, használd a kistölcsért. Jegyezd fel a NaOH-oldat pontos koncentrációját.
- e) Titráld meg a mintákat a NaOH-oldattal! Az oldathoz keverés mellett addig kell adagolnod a NaOH-oldatot, amíg az indikátor színe színtelenből halványlila színűvé nem változik.
- f) Érdemes egy próbatitrálást végezni, és ezt követően három mintát pontosan megtitrálni.

### Feladatok és számítások

A mérési adatokat és az átlagfogyást **két tizedesjegy** pontossággal jegyezd fel az alábbi táblázatba. Minden további eredményt **négy értékes jegy** pontossággal adjál meg!

<b>A NaOH-oldat koncentrációja:</b>	... mol/dm <sup>3</sup>
<b>A leolvasott mérőoldat fogyások:</b>	1. titrálás: ..... cm <sup>3</sup>
	2. titrálás: ..... cm <sup>3</sup>
Próbatitrálás: ..... cm <sup>3</sup>	3. titrálás: ..... cm <sup>3</sup>
<b>A mérőoldat átlagfogyása:</b>	..... cm <sup>3</sup>

#### 1) Számítsd ki,

- a) hogy mennyi a 100,00 cm<sup>3</sup> törzsoldat anyagmennyiség koncentrációja a háromértékű savra nézve;
- b) az ismeretlen sav moláris tömegét!

<b>A 100 cm<sup>3</sup> törzsoldatban levő sav anyagmennyisége:</b>	..... ..
<b>A 100 cm<sup>3</sup> törzsoldat anyagmennyiség koncentrációja:</b>	..... mol/dm <sup>3</sup>

<b>A sav moláris tömege:</b>	..... ..
------------------------------	----------

- 2) A szilárd sav nem tartalmaz kristályvizet. Számítsd ki, hogy hány tömeg%-os a készített törzsoldat a savra nézve, ha tudod, hogy az oldat sűrűsége  $1,020 \text{ g/cm}^3$ !

<b>A törzsoldat tömeg%-os összetétele a savra nézve:</b>	..... %
--	---------

- 3) A savra meghatározott moláris tömeg alapján számítsd ki a titrálás során keletkező só moláris tömegét!

<b>A keletkezett só moláris tömege:</b>	..... .....
---	-------------

Atomömegek:  $A_r(\text{H}) = 1,01$ ,  $A_r(\text{O}) = 16,00$ ,  $A_r(\text{Na}) = 23,00$

**Számítások** (a számítások a feladatlap hátulján folytathatók):

## 54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Országos döntő feladatai (írásbeli rész)

### II.a., II.b/1. és II.c kategória

**Munkaidő: 150 perc**

**Összesen: 180 pont**

### Elmélet

#### E1. feladat

**18 pont**

A táblázat első sorában nevezd meg a megfelelő szénatomszámú telített szénláncú, egyértékű vegyületet, és rajzold fel a képletét. A további sorokban tegyél **+ jelet** abba a téglalapba, amely vegyületre igaz a sor elején olvasható állítás. (Soronként egy + jel írható csak belé!)

	1 C- atomos alkohol	2 C- atomos éter	3 C- atomos aldehid	4 C- atomos keton
A megfelelő szénatomszámú <b>telített szénláncú, egyértékű vegyület szabályos neve és szerkezeti képlete:</b>				
A felsoroltak közül a legjobb vízoldékonyságú vegyület.				
Közönséges körülmények között gáz-halmazállapotú.				
Tiszta anyagi halmazában hidrogénkötés alakulhat ki a molekulák között.				
Adja az ezüsttükörpróbát.				
Réz(II)-oxiddal reagál.				
Szekunder alkohol enyhe oxidációjának az eredményeként is keletkezhet.				

**E2. feladat****12 pont**

Tekintsük a **második periódus elemeit!** Válaszolj a következő kérdésekre! A vegyjel(ek) legyenek a válaszok. Egy állítás mellé több vegyjel is kerülhet, de a táblázatba maximálisan beírható vegyjelek száma: 12. Ha ennél többet írsz, csak az első 12 vegyjel kerül értékelésre!

<b>Két</b> vegyértékelektronja van.	
<b>Két</b> atomos elemmolekulát képez.	
XO <sub>2</sub> összetételű oxidja is van.	
X <sub>2</sub> O <sub>3</sub> összetételű oxidja is van.	
X <sub>2</sub> O összetételű oxidja is van.	
Alapállapotban <b>két</b> párosítatlan elektronja van.	
<b>Kétszeres</b> töltésű iont képez.	
<b>Két</b> nevezetes allotróp módosulata ismert, melyek szobahőmérsékleten, légköri nyomáson gáz-halmazállapotúak.	

**E3. feladat****18 pont**

A **formaldehid** az egyik legegyszerűbb szerves molekula, amelynek ennek ellenére nagyon sokféle reakciója ismert.

- Írd fel a formaldehid szerkezeti képletét!
- Szobahőmérsékleten, légköri nyomáson milyen halmazállapotú?
- Mennyi benne a C, H, és O atomok oxidációs száma?
- A formaldehidet laboratóriumban az egyetlen szénatomot tartalmazó alkoholból enyhe oxidációval állítjuk elő. Írd fel a folyamat egyenletét!

--	--

- A formaldehid adja az ezüsttükörpróbát. Írd fel a folyamat lényegét leíró egyenletet!

--	--



6. Vízben nagyon jól oldódik és egy molekula vízzel formaldehid-hidrátot (metándiolt) képez. Írd fel a folyamat egyenletét szerkezeti képletekkel!

--

7. Vízben  $H_2O$ -molekulák közvetlen részvétele nélkül a formaldehidből egy gyűrűs, ciklikus trimer, a trioxán is keletkezhet. Írd fel a folyamat egyenletét szerkezeti képletekkel!

--

8. Ha a folyamatban egy  $H_2O$ -molekula is részt vesz, akkor egy lineáris óriásmolekula, a polioximetilén keletkezik. Hogyan lehet felírni ennek a szerkezeti képletét?

--

#### E4. feladat

**28 pont**

Különböztess meg egy reakcióval a táblázatban felsorolt vegyülepárokat!

Vegyülepár	Reakció- egyenlet(ek)	Tapasztalat a két anyag megkülönböztetésekor elvégzett reakció során
Etén & Etin		
Aceton & Acetaldehid		
Tercier-butanol (2- metilpropán-2-ol) & Bután-2-ol		
Hangyasav & Ecetsav		
Benzol & Sztírol		
Fenol & Toluol		
Ammónium-klorid & Nátrium-klorid		

**E5. feladat****12 pont**

A sorszámozott állítások felhasználásával töltsd ki értelemszerűen az alábbi keresztrejtvényt, majd válaszolj a feltett kérdésre! A szürke háttérrel kiemelt oszlopban egy elem nevét kapod.

1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			
11.																			

1. A legegyszerűbb alkán klórozásának végterméke.
2. Enyhe oxidáció közben propánsavvá alakul.
3. 1 mólnyi atomja  $2,16 \cdot 10^{25}$  darab protont tartalmaz.
4. Ez felelős a karbonsavak kiemelkedően magas forráspontjáért.
5. Egy kémiai elemnek azonos halmazállapotú, de többféle molekulaszervezetű vagy különböző kristályszerkezetű változatban való előfordulása.
6. ...-szabály, amelyet többek között az aszimmetrikus alkének savaddíciója során kell figyelembe venni.
7. A legkisebb méretű, stabilis egyszerű kation, amelynek elektronfelhőjében két lezárt elektronhéj található.
8. A legismertebb háromértékű, telített hidroxivegyület.
9. A második legkisebb moláris tömegű olefin polimerizációjának terméke.
10. A kakaóital és a rostos gyümölcslé is ilyen kolloid rendszer.
11. 10 darab elektront tartalmazó, tetraéderez alakú összetett kation.

**Kérdés:** A megoldásként kapott elem egy atomjában hány elektron van?

## Számolás

## Sz1. feladat

20 pont

Minden kérdésre egyetlen helyes válasz van. Keresd meg a helyes választ és karikázd be a betűjelét! Ha egynél több választ karikázol be, akkor semmiképpen nem jár pont, akkor sem, ha a helyes válasz is köztük van! A számolás menetét nem kell leírni!

- 100 cm<sup>3</sup> 0,10 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú formaldehydoldat mennyi ezüstöt választ ki feleslegben vett ammóniás ezüst-nitrát-oldatból?
  - 0,020 mol
  - 0,040 mol
  - 0,20 mol
  - 10,79 g
  - 43,16 g
- Egy metán-etán gázelegy átlagos moláris tömege 24,4 g/mol. Hány térfogat% metánt tartalmaz a gázelegy?
  - 40,0%
  - 47,0%
  - 50,0%
  - 53,0%
  - 60,0%
- 100 cm<sup>3</sup> 1,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldatot elektronizáltunk 1,00 órán keresztül 10,0 A áramerősséggel. Mennyi fém vált le a megfelelő elektródon?
  - 6,35 g
  - 11,8 g
  - 12,7 g
  - 23,7 g
  - 0,05 mol

4. Mekkora térfogatú  $0,100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú NaOH-oldat szükséges  $100 \text{ cm}^3$   $\text{pH} = 3,00$  sósav közömbösítéséhez?
- A)  $1,00 \text{ cm}^3$
  - B)  $10,0 \text{ cm}^3$
  - C)  $30,0 \text{ cm}^3$
  - D)  $100 \text{ cm}^3$
  - E)  $300 \text{ cm}^3$
5. Egy  $100 \text{ dm}^3$ -es tartályba  $200 \text{ mol}$   $X$  anyagot raktunk, és azt tapasztaltuk, hogy az egyensúly beálltáig 30%-a disszociált, az alábbi egyenlet szerint:  $2X \rightleftharpoons Y + 3 Z$ . Mennyi az egyensúlyi állandó?
- A)  $0,112 \text{ mol}^2/\text{dm}^6$
  - B)  $0,193 \text{ mol}^2/\text{dm}^6$
  - C)  $0,300 \text{ mol}^2/\text{dm}^6$
  - D)  $5,19 \text{ mol}^2/\text{dm}^6$
  - E)  $8,93 \text{ mol}^2/\text{dm}^6$

## Sz2. feladat

29 pont

Két azonos szénatomszámú, nyílt láncú szénhidrogéngáz elegyének átlagos moláris tömege  $41 \text{ g/mol}$ .

- a) Mi lehet a két gáz molekulaképlete, és milyen anyagmennyiség-arányban vesznek részt az elegyben? Minden lehetséges megoldást írd fel!
- b) Ha hidrogéngázzal telíténénk, mekkora lenne a moláris tömeg? Írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét is!
- c) Ha brómos vízen vezetnénk át az eredeti elegy  $41 \text{ grammját}$ , hány gramm brómot fogyasztana az elegy? Írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét is!
- d) Ha tökéletesen elégetnénk a standardállapotú elegy  $1,00 \text{ m}^3$ -ét (úgy, hogy a nyomás nem változott),  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on mekkora térfogatú gáz képződne? Írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét is!

**Sz3. feladat****17 pont**

250,00 gramm 80 °C-on telített réz-szulfát oldatból hűtés hatására 94,11 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  kristályosodott ki. Hány °C-kal csökkent az oldat hőmérséklete ezalatt? A  $\text{CuSO}_4$  oldhatósága különböző hőmérsékleten az alábbi táblázatban található:

Hőmérséklet (°C):	0	20	50	80	100
Oldhatóság (oldott $\text{CuSO}_4$ tömege / 100 g víz):	14,29	20,68	33,30	53,3	64,26

**Sz4. feladat****12 pont**

Néhány évvel ezelőtt a mosószeriparban olyan vízlágyítószert alkalmaztak, amelyet a foszforsav (vagy más néven ortofoszforsav) és a nátrium-karbonát sav-bázis reakciójával állítottak elő. A reakció során egy olyan polimer foszfát aniont tartalmazó vegyület keletkezett, amelynek 31,25 tömeg%-a nátrium. Mi a képlete a vegyületnek? Írd fel az előállítás reakcióegyenletét is! Miért nem alkalmazzák ma ezt a vegyületet a mosószerekben?

**Sz5. feladat****14 pont**

$\text{Mg}_2\text{C}_3$  és  $\text{Al}_4\text{C}_3$  vegyületek keverékét vízzel hidrolizálva mindkét vegyületből két termék, egy fém-hidroxid és egy szénhidrogén jön létre. A kapott gázelegy hidrogénre vonatkoztatott relatív sűrűsége 11.

- Írd fel a hidrolízis reakcióegyenleteit!
- Mi a keletkező gázok képlete, és melyik reakcióval lehet megkülönböztetni azokat?
- Melyik reakcióval lehet elválasztani a keletkező szilárd anyagokat egymástól?
- Számítsd ki a keletkező gázok térfogat%-os és tömeg%-os összetételét!
- Add meg az eredeti keverék tömeg%-os összetételét!

**54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny**  
**Országos döntő feladatai (írásbeli rész)**  
**II.b/2. kategória**

*Az E1., E3.-E5., valamint az Sz1.-Sz5. feladat ugyanaz, mint az II.a, II.b/2. és II.c kategória azonos sorszámú feladata.*

**E2. feladat****12 pont**

Tekintsük a **negyedik periódus elemeit**! Válaszolj a következő kérdésekre! A vegyjel(ek) legyenek a válaszok. Egy állítás mellé több vegyjel is kerülhet, de a táblázatba maximálisan beírható vegyjelek száma: 12. Ha ennél többet írsz, csak az első 12 vegyjel kerül értékelésre!

Négy vegyértékelektronja van.	
Alapállapotban <b>négy</b> párosítatlan vegyértékelektronja van.	
Oxid, amelyben az elem oxidációs száma <b>+4</b> .	
Milyen vegyjel írható X helyébe, hogy ismert $XO_4^-$ -aniont kapjunk?	
Milyen vegyjel írható X helyébe, hogy ismert $XO_4^{2-}$ -aniont kapjunk?	
Melyik fém(ek) alkot(nak) $X_3O_4$ összetételű oxidot?	
Milyen vegyjel írható X helyébe, hogy $[X(NH_3)_4]^{2+}$ komplex iont kapjunk?	

## 54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

### Országos döntő feladatai (labor)

#### II.a., II.b/1., II.b/2. és II.c. kategória

**Munkaidő: 120 perc**

**Összesen: 40 pont**

- ✓ Kérjük, hogy a címoldalra ne írd feladatmegoldást!
- ✓ A feladatlapon sehol ne add meg a nevedet, vagy bármi más, azonosításra szolgáló adatodat!

### 1. feladat

A kémcsövekben az alábbi vegyületek közül 6 található meg:

**CoCl<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub>, Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaI, NaOH, Na<sub>2</sub>S, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**

Van-e színes oldat a kémcsövekben lévő oldatok között? Ha igen, akkor melyik oldat az, és milyen színű?

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat	F oldat
B oldat	Nem tapasztalható változás					
C oldat	Sárga csapadék válik le, amely C feleslegében nem oldódik	Fehér csapadék válik le, amely C feleslegében színtelenül oldódik				
D oldat	Narancs vörös csapadék válik le, amely D feleslegében színtelenül oldódik	Nem tapasztalható változás	Nem tapasztalható változás			
E oldat	Nem tapasztalható változás	Nem tapasztalható változás	Világoskék csapadék válik le, amely C feleslegében nem oldódik	Az oldatban barna csapadék jelenik meg		
F oldat	Nem tapasztalható változás	Nem tapasztalható változás	Kezdetben kék színű csapadék válik le, amely állás közben rózsaszín lesz	Nem tapasztalható változás	Nem tapasztalható változás	

**Kísérletek:** valamennyi mintából kémcsövekbe kb. ujjnyi magasságú folyadékot töltöttünk.

### Tapasztalatok elemzése

Ezeknek az ismereteknek a birtokában határozd meg, milyen vegyületeket tartalmaznak az A, B, C, D, E és F kémcsövek!

#### Az egyes kémcsövekben lévő vegyületek:

Eredmények	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat	F oldat
Vegyület:						

A kimaradt vegyületek:

.....

Írj reakcióegyenletet minden csapadékképződéssel járó reakcióhoz! Értelmezd reakcióegyenletekkel a csapadékok oldódását is! A reakcióegyenletként írhat sz molekula- vagy ionegyenleteket is, de a felírt egyenletek egyértelműen fejezzék ki a lejátszódó reakciók lényegét!

### Reakcióegyenletek

Kémcsövek betűjelei	Az összeöntés során bekövetkezett változások reakcióegyenletei:
A-C	
A-D	
B-C	
C-E	
C-F	
D-E	



## 2. feladat

Az asztalodon található kémcsőállványban 6 kémcsőben oldatok vannak. A kémcsövek jelölése A, B, C, D, E és F.

Minden oldat egyetlen vegyületet tartalmazhat az alábbiak közül:

**$\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{NH}_3$**

A vizsgálatokhoz a kémcsőben lévő kb.10 cm<sup>3</sup>-nyi mintákon kívül csak üres kémcsövek és ioncserélt víz áll rendelkezésedre.

A minták kb. egy-egy cm<sup>3</sup>-es részleteit reagáltasd egymással, úgy, hogy az egyik reagensből először csak néhány csepp oldatot adagolj, majd utána kb. fél-egy cm<sup>3</sup>-t, és jegyezd fel a változást.

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat	F oldat
oldat színe						
<b>B oldat</b>						
<b>C oldat</b>						
<b>D oldat</b>						
<b>E oldat</b>						
<b>F oldat</b>						

A tapasztalatok alapján állapítsd meg, hogy az A, B, C, D, E és F kémcsövek melyik vegyületet tartalmazza a fent felsoroltak közül!

**Az egyes kémcsövekben lévő vegyületek:**

Eredmények	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat	F oldat
Vegyület:						

**Írd fel minden változás (csapadékképződés, csapadék feloldódása, színváltozás, gázfejlődés) esetén a keletkező anyag(ok) képletét!**

## **54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Országos döntő (a szóbeli témakörei)**

### **I.a és I.c kategória**

Kristályrácsok és az összetartó erők összehasonlítása

### **I.b/1. és I.b/2. kategória**

Atomok felépítése, izotópok jellemzése és gyakorlati alkalmazásuk

### **II.a, II.b/1. és II.c kategória**

Megújuló és nem megújuló szerves energiahordozók

### **II.b/2. kategória**

Sav-bázis és redoxireakciók szervetlen és szerves kémiai példákon keresztül bemutatva

## Eredmények

## I.a. kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:			Szám.:						Lab:	Szób:	Σ
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Erdélyi Kata	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	30	39	19	19	15	10	12	18	10	39	24	235
Darázs Anna	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium	Csatóné Zsámbéky Ildikó	30	40	18	16	15	10	12	12	10	39	20	222
Ujpál Bálint	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Molnár Krisztina	30	42	16	12	12	10	11	19	10	40	20	222
Tusnády Sámuel	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	30	38	14	19	15	10	12	14	10	37	18	217
Jánosik Jázmin	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium	Csatóné Zsámbéky Ildikó	30	37	13	19	12	10	12	15	10	37	-	195
Masa Barnabás	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	30	37	18	17	12	10	12	5	10	40	-	191
Klement Tamás	Pécsi Leówey Klára Gimnázium	Lajos Lilla	28	41	18	16	9	10	11	8	10	33	-	184
Szilágyi Barnabás	Pannonhalmi Bencés Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Kollégium	Drozdk Attila	26	40	14	19	9	10	12	6	10	38	-	184
Bogár Balázs	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	28	35	18	19	12	10	12	1	10	38	-	183
Soczó Panni	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Versits Livia	28	38	18	12	12	10	12	11	3	37	-	181
Tran Huyen Ly Teri	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	22	38	13	16	15	4	12	17	10	33	-	180
Csitári Dávid	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	26	39	19	15	12	10	12	1	10	35	-	179
Hajdu Márton	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Lakatosné Tóth Ildikó	28	41	18	16	12	10	12	12	4	19	-	172
Gyúri Emma	Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium	Dr. Borbás Réka	30	30	18	13	12	5	12	11	3	38	-	172
Varga Balázs	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Molnár Krisztina	30	35	11	17	15	10	11	5	2	35	-	171
Iván Máté Domonkos	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Molnár Krisztina	30	28	16	15	15	10	12	1	4	36	-	167
Szabó Donát	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Molnár Krisztina	22	28	10	15	12	10	11	17	5	35	-	165
Gyenis Márkó	Bajai III. Béla Gimnázium	Karagity István József	26	31	18	14	12	10	12	0	10	32	-	165

**I.a. kategória (folytatás)**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:			Szám.:						Láb:	Szób.:	Σ
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Gáspár Réka	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Berek László	26	33	16	19	9	10	11	1	4	34	-	163
Guthy Gábor	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Lakatosné Tóth Ildikó	30	34	15	18	15	10	12	10	0	14	-	158
Képes Botond	Tatai Református Gimnázium	Pozsgayné Tóth Ildikó	24	36	18	13	9	10	2	17	6	17	-	152
Rudnás Noel Norman	Úzoni Péter Gimnázium és Általános Iskola	Gyöngyösi István Tamásné	24	26	12	16	6	2	12	14	4	36	-	152
Nagy Natália	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Berek László	30	33	11	14	12	10	0	2	0	37	-	149
Mayer Krisztián	Lovassy László Gimnázium	Bertha Ágnes Mónika, dr. Ertli Tímea	30	33	16	12	3	0	11	1	7	34	-	147
Kovács Marcell	Szombathelyi Nagy Lajos Gimnázium	Sz. Márkus Teréz	28	18	13	17	9	10	10	0	0	40	-	145
Szenkovits Ervin	János Zsigmond Unitárius Kollégium	Péter Rozália	28	18	14	7	9	4	12	14	0	37	-	143
Mészáros Aletta	Eötvös József Gimnázium és Kollégium	Magyar Csabáné	24	32	13	12	6	4	12	1	3	32	-	139
Lauday Izabella	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium	Borzovánné Burai Julianna	26	26	14	1	9	9	10	0	3	39	-	137
Geleszka Luca	Eötvös József Gimnázium és Kollégium	Magyar Csabáné	28	37	9	12	9	1	4	0	0	37	-	137
Tötös Artúr	János Zsigmond Unitárius Kollégium	Péter Rozália	20	29	13	0	9	0	12	12	1	37	-	133
Palotás Kitti Nóra	Nyíregyházi Zrínyi Ilona Gimnázium és Kollégium	Tündik Tamás	28	25	15	7	9	3	11	0	4	29	-	131
Király Tamás Gábor	Kölcsey Ferenc Főgimnázium	Átyim Erzsébet	28	23	13	12	12	4	10	10	0	9	-	121
Horváth Levente	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Kovács Attila	26	32	10	15	12	0	10	0	0	3	-	108
Renác József	Lovassy László Gimnázium	Bertha Ágnes Mónika, dr. Ertli Tímea	26	12	12	3	9	0	3	1	5	36	-	107
Vincze Lívia	Boldog Brenner János Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium	Ernyey Tiborné	18	18	5	6	9	2	10	0	0	32	-	100
Viczán Márk	Orosházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Nagy Mórió Tibor	24	17	11	0	3	3	4	0	0	37	-	99
Volner Dóra	Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium	Kis-Szölgvényi Judit	26	36	13	10	3	1	2	0	0	3	-	94
Stumpfhauser Bálint	Vetési Albert Gimnázium	Likerné Pucsek Rozália	24	11	10	6	3	0	0	0	0	29	-	83
Gitta Imre	Lovassy László Gimnázium	Szintay Gertrúd, dr. Ertli Tímea	2	13	7	5	6	2	2	0	0	19	-	56

## I.b/1. kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm:			Szám.:					Lab.:	Szób.:	Σ	
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.				6.
Németh Samu	Péterfy Sándor Evangélikus Gimnázium, Általános Iskola, Óvoda, Alapfokú Művészeti Iskola és Kollégium	Győryné Timár Henriette	30	33	16	19	15	10	12	18	10	38	23	224
Arató Attila Gergő	Pécsi Janus Pannonius Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	24	42	16	19	12	10	11	19	10	34	24	221
Liu Jiaozong	Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium	Miklós Zoltán, Dr. Borbás Réka	30	43	15	13	12	10	12	15	10	38	23	221
Surányi Gergő	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tarsoly Zita	30	38	17	17	15	10	8	12	10	37	-	194
Bíró Bence Fülöp	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	26	30	16	13	15	10	12	15	5	39	-	181
Nagy-Szentesi Máté	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Varga Bence	22	32	19	17	15	10	7	17	7	34	-	180
Windhoffer Boglárka	Városmajori Gimnázium	Nagné Hodula Andrea	18	40	17	14	15	5	10	6	10	37	-	172
John Balázs	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	30	38	16	13	12	10	10	1	8	32	-	170
Marofka Ferenc	Ceglédi Kossuth Lajos Gimnázium	Kemenczei Gábor, Prinz Erna	30	36	12	10	6	10	11	6	10	37	-	168
Kovács Klára	Debreceni Református Kollégium Dóczy Gimnáziuma	Bárány Zsolt Béla	30	42	13	8	15	10	9	0	4	35	-	166
Kulai Ádám	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tarsoly Zita	30	40	16	19	9	10	0	1	6	32	-	163
Lengyel Szabolcs	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tarsoly Zita	30	33	18	8	15	10	0	1	6	39	-	160
Balázs Barbara Lilla	Péterfy Sándor Evangélikus Gimnázium, Általános Iskola, Óvoda, Alapfokú Művészeti Iskola és Kollégium	Győryné Timár Henriette	28	32	14	15	12	9	11	1	1	36	-	159
Erőss Simon Iréneusz	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	30	31	16	12	12	10	10	5	3	26	-	155
Bodor Zétény	Földes Ferenc Gimnázium	Endrész Gyöngyi	30	41	13	3	9	10	3	0	1	31	-	141
Prinz Hanga Veronika	Ceglédi Kossuth Lajos Gimnázium	Kemenczei Gábor, Prinz Erna	18	36	14	13	6	10	2	1	6	35	-	141
Maczonkai Nóra	Pécsi Janus Pannonius Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	26	38	17	3	12	3	3	1	0	34	-	137
Hodics Júlia	Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium	Ábrahámné Csákányi Ildikó	28	38	18	11	12	5	11	1	0	7	-	131
Nagy Benedek Márk	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Egyedné Krizmanics Ildikó	30	32	13	9	3	5	2	0	0	37	-	131

**I.b/1. kategória (folytatás)**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:			Szám.:						Lab.:	Szóh.:	Σ
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Hudvágner Márton	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Kollégium, Általános Iskola és Alapfokú Művészetoktatási Iskola	Göbl László	30	32	10	11	9	3	0	1	0	34	-	130
Ódor Máté	Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium	Ábrahámné Csákányi Ildikó	30	33	12	9	9	4	0	0	2	28	-	127
Nagygyőr Márton	Ceglédi Kossuth Lajos Gimnázium	Kemenczei Gábor, Prinz Erna	26	32	14	1	3	9	0	1	0	36	-	122
Tokai Zalán Lajos	Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium	Fekete Zoltán	26	35	18	0	6	0	2	4	0	31	-	122
Wrana Ákos	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Egyedné Krizmanics Ildikó	30	20	11	10	3	5	0	0	0	35	-	114
Kollerits Ármán	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzesi István	16	17	12	4	3	1	10	0	0	36	-	99
Nős Botond	Paksi Vak Bottyán Gimnázium	Bósz Krisztina	30	26	8	0	9	0	0	0	1	20	-	94
Szloboda Balázs	Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium	Fekete Zoltán	18	17	13	0	6	3	1	0	6	30	-	94
Elek Ádám	Vámbéry Á. Gimnázium Dunaszerdahely	Karácsony Magdaléna	24	24	9	8	6	2	2	1	0	8	-	84
Kukor Fanni	Jurisch Miklós Gimnázium és Kollégium	Horváth Krisztina	16	15	7	3	0	0	0	0	0	27	-	68
Bresztyák Jázmin	Selye János Gimnázium Révkomárom	Fiala Andrea	14	15	4	0	6	0	7	0	0	10	-	56

**I.b/2. kategória**

Név	Iskola	Felkészítő tanár:	Elm.:			Szám.:						Lab.:	Szóh.:	Σ
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Viczko Csaba	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Sebő Péter	30	44	19	19	15	10	12	18	10	30	22	229
Nagy Dávid	Földes Ferenc Gimnázium	Fóris Tímea	30	39	18	13	15	10	12	12	9	40	20	218
Székedei Fanni	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Labancz István	30	39	18	18	12	10	10	17	6	39	16	215
Gerendás Rudolf	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Sebő Péter	30	37	19	19	15	8	12	8	7	36	-	191
Barta Péter	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Lakatosné Tóth Ildikó	30	39	18	17	15	10	12	19	8	18	-	186
Kaleta Viktória	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Sebő Péter	30	38	18	15	12	10	11	6	4	39	-	183
Hashemi Nasab Seyed Parsa	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Kollégium, Általános Iskola és Alapfokú Művészetoktatási Iskola	Göbl László	30	40	16	19	9	10	3	1	10	38	-	176

**I.b/2. kategória (folytatás)**

Név	Iskola	Felkészítő tanár:	Elm.:			Szám.:						Lab:	Szób.:	Σ
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Hamar Petra	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Klug Viktória	30	32	16	17	15	10	5	0	4	40	-	<b>169</b>
Orliczki Bettina	Tóth Árpád Gimnázium	Várallyainé Balázs Judit	28	35	15	19	12	10	3	0	7	38	-	<b>167</b>
Homolya Zsombor	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Kiss László, Csúri Péter	30	42	19	7	15	8	1	1	3	40	-	<b>166</b>
Kutas Katalin	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma	Jánosi László	28	35	13	13	12	4	12	0	10	35	-	<b>162</b>
Káldy Fruzsina	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Szabó Bence Farkas	28	35	13	14	9	5	9	1	4	38	-	<b>156</b>
Kovács Veronika Zsófia	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimnázium és Kollégium	Sebő Péter	26	29	14	13	12	10	7	1	4	39	-	<b>155</b>
Varga Péter	Tóth Árpád Gimnázium	Várallyainé Balázs Judit	26	36	11	15	12	9	4	1	3	37	-	<b>154</b>
Mader Anna Márta	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Kiss László, Csúri Péter	22	30	14	10	15	10	3	8	0	39	-	<b>151</b>
Kocsis Boldizsár	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Versits Livia	30	37	13	13	9	7	0	1	2	36	-	<b>148</b>
Lénárt Eszter	Kecskeméti Református Gimnázium	Tóth Imre	30	34	8	6	15	8	3	1	4	39	-	<b>148</b>
Révész Kolos	Kecskeméti Református Gimnázium	Tóth Imre	30	35	14	14	9	5	0	1	0	38	-	<b>146</b>
Nagy Levente	Kecskeméti Katona József Gimnázium	Tóth Zsolt	26	39	15	13	12	1	3	1	2	33	-	<b>145</b>
Merse Zsófia	Kaposvári Tánácsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix	30	32	13	8	12	10	1	0	0	35	-	<b>141</b>
Rácz Áron	Hatvani Bajza József Gimnázium	Illésné Törő Melinda	22	34	8	15	12	10	2	0	0	35	-	<b>138</b>
Fejedelem Zsolt	Földes Ferenc Gimnázium	Endrész Gyöngyi	24	36	13	15	12	7	3	1	1	21	-	<b>133</b>
Sebők-Papp Elza	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Kiss László, Csúri Péter	24	28	8	9	6	8	5	3	3	36	-	<b>130</b>
Magyar Luca	Hatvani Bajza József Gimnázium	Illésné Törő Melinda	26	32	9	6	6	8	1	0	4	37	-	<b>129</b>
Kaszás Viktória	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Dr. Bóbits Lilla	28	19	12	10	9	10	0	0	0	37	-	<b>125</b>
Vercz Máté	Kecskeméti Katona József Gimnázium	Tóth Zsolt	28	21	14	11	9	1	0	1	0	37	-	<b>122</b>

**I.b/2. kategória (folytatás)**

Név	Iskola	Felkészítő tanár:	Elm.:			Szám.:					Lab.:	Szób.:	Σ	
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.				6.
Sásdi Ambrus	Dabasi Táncsics Mihály Gimnázium	Baranyi Ilona	24	30	8	4	6	5	7	1	4	31	-	<b>120</b>
Schádl Szilárd	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix Csilla	20	36	8	4	3	10	1	1	3	34	-	<b>120</b>
Bodor Boldizsár	Kecskeméti Református Gimnázium	Tóth Imre	26	19	6	7	12	5	1	0	3	40	-	<b>119</b>
Biró Árpád	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Bernátné Drávucz Ildikó	26	33	11	1	6	2	2	0	0	36	-	<b>117</b>
Gyetvai Patrícia	Hatvani Bajza József Gimnázium	Illésné Törő Melinda	18	26	11	4	9	9	1	0	5	34	-	<b>117</b>
Tompos Ábel	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Dr. Bóbits Lilla	28	23	8	7	6	4	9	0	3	28	-	<b>116</b>
Boskó Bendegúz	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Mocsári Nóra	30	21	9	7	6	2	2	2	3	33	-	<b>115</b>
Jóó Zoltán Erik	Verseghy Ferenc Gimnázium	Balázs Zsuzsanna	20	28	6	6	9	3	1	0	3	35	-	<b>111</b>
Péntek-Takács Laura	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Dr. Bóbits Lilla	18	27	8	5	6	4	1	0	2	39	-	<b>110</b>
Lukács Írisz	Tóparti Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium	Fischer Katalin Emese	22	12	16	1	15	4	3	0	0	29	-	<b>102</b>
Matajsz Etelka Hanna	Verseghy Ferenc Gimnázium	Balázs Zsuzsanna	26	26	11	8	9	3	2	0	0	15	-	<b>100</b>
Kajtár Réka Anna	Szolnoki Varga Katalin Gimnázium	Kedves Mónika	6	34	9	6	9	6	0	0	5	25	-	<b>100</b>
Tóth Szabina	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Bernátné Drávucz Ildikó	20	26	2	6	6	1	0	0	0	36	-	<b>97</b>
Kiss Boldizsár	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Kovács Attila	22	22	12	6	3	1	2	0	0	24	-	<b>92</b>
Csesznok Balázs István	Orosházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Gabnai Edit, Franciszti László	0	21	9	0	6	0	4	0	0	35	-	<b>75</b>
Kvák Dávid	Tóparti Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium	Fischer Katalin Emese	18	24	12	1	3	1	0	0	0	14	-	<b>73</b>
Kacsári Benedek	Kisvárdai Bessenyei György Gimnázium és Kollégium	Machnikné Széplaki Tünde	24	18	6	7	6	2	1	1	0	3	-	<b>68</b>
Bognár Kata Klára	Jurisich Miklós Gimnázium és Kollégium	Bancsó Andrea	6	21	6	3	3	0	0	0	0	29	-	<b>68</b>
Koller Péter	Tóparti Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium	Fischer Katalin Emese	30	7	9	1	3	0	0	1	0	12	-	<b>63</b>



**I.c. kategória**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:			Szám.:					Lab.:	Szóh.:	Σ	
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.				6.
Kasztner Dániel	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	24	15	15	15	9	5	12	1	6	37	24	<b>163</b>
Szives Iлона Tünde	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	28	26	15	13	6	5	4	1	1	38	-	<b>137</b>
Ordas Ádám Zsombor	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	24	20	9	11	9	4	11	1	5	31	-	<b>125</b>
Tisza András	Észtergomi Szakképzési Centrum Bottyán János Technikuma	Boros Éva	14	20	14	12	12	3	10	0	2	32	-	<b>119</b>
Veres Mihály	Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum	Volosinovszki Sándor	24	31	5	2	6	10	9	1	0	28	-	<b>116</b>
Badics Levente	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	12	28	8	14	6	3	6	0	0	23	-	<b>100</b>
Harka Szilvia	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	18	13	4	5	6	3	1	0	0	31	-	<b>81</b>

**II.a. kategória**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szóh.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Juhász Gergő	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium	Mészárosné Verók Mária	18	11	17	19	11	16	28	17	0	14	26,5	25	<b>202,5</b>
Pető Konrád	Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium	Horváth Katalin	18	12	18	21	12	16	22	10	4	14	30,5	25	<b>202,5</b>
Csonka Illés	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma	Mostbacher Éva	14	12	12	13	7	16	29	16	3	14	39	24	<b>199</b>
Visontai Barnabás	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium	Albert Viktor	17	11	12	16	11	12	23	17	2	13	37	-	<b>171</b>
Rossz Koppány	Eötvös József Gimnázium és Kollégium	Pataki Zsuzsanna, Magyar Csabáné	16	12	10	8	11	16	29	17	0	11	37,5	-	<b>167,5</b>
Dobra László Edgár	Nagy Mózes Elméleti Liceum	Kovács Zsuzsanna	18	12	15	12	3	20	29	16	6	2	33,5	-	<b>166,5</b>
Járóka Réka	Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium	Horváth Katalin	18	12	14	7	8	16	29	17	2	14	29,5	-	<b>166,5</b>

**II.a. kategória (folytatás)**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szól.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Simon László Bence	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	17	12	14	15	9	12	26	17	2	9	28,5	-	<b>161,5</b>
Piukovics Katalin	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium	Póheimné Steininger Éva	17	10	13	12	11	8	26	17	2	10	34,5	-	<b>160,5</b>
Hinel Domonkos	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Berek László	17	12	13	17	9	12	26	17	2	6	27,5	-	<b>158,5</b>
Batka András	Pannonhalmi Bencés Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Kollégium	Drozdík Attila	18	10	13	5	8	16	22	5	0	10	32,5	-	<b>139,5</b>
Fodor Virág	Lovassy László Gimnázium	Szintay Gertrúd, dr. Ertli Tímea	16	12	14	10	12	8	13	17	2	3	30	-	<b>137</b>
Tasnádi Bálint	Eötvös József Gimnázium és Kollégium	Pataki Zsuzsanna	14	12	9	7	11	12	16	13	1	0	36,5	-	<b>131,5</b>
Vitályos Mátyás	Nagy Mózes Elméleti Liceum	Kovács Zsuzsanna	16	12	11	13	8	12	20	14	0	0	25,5	-	<b>131,5</b>
Detrich Márton	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Filipszki László, Keglevich Kristóf	16	12	16	0	6	12	25	1	2	11	29,5	-	<b>130,5</b>
Kocsis Péter	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	13	2	16	4	7	12	25	16	0	4	30	-	<b>129</b>
Emódi Marcell	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Juhász Attila	18	11	13	4	8	12	12	17	2	3	26	-	<b>126</b>
Horváth Márk Sándor	Boldog Brenner János Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium	Ernyey Tiborné	17	11	16	9	9	8	0	17	0	5	26,5	-	<b>118,5</b>
Kolozsvári Ádám	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium	Póheimné Steininger Éva	16	11	13	4	6	4	17	6	2	0	30,5	-	<b>109,5</b>
Bánfalvi Barnabás	Ciszterci Szent István Gimnázium	Takácsné Kovács Anikó	17	12	8	3	7	0	18	1	0	5	16,5	-	<b>87,5</b>
Demes Krisztián	Nagy Mózes Elméleti Liceum	Kovács Zsuzsanna	16	1	7	0	9	12	0	16	0	3	18	-	<b>82</b>
Szöllős Janka	Mikszáth Kálmán Gimnázium és Kollégium	Nádi Zoltán	12	11	11	3	9	0	7	1	2	3	18	-	<b>77</b>
Landgraf József	Szolnoki Varga Katalin Gimnázium	Kedves Mónika	16	9	7	1	5	4	0	10	0	0	18,5	-	<b>70,5</b>
Gőcze Máté Farkas	Magyar-Angol Tannyelvű Gimnázium és Kollégium	Mód Rudolf	13	9	6	4	4	4	0	4	0	0	21,5	-	<b>65,5</b>
Szász Anita	Tamási Áron Gimnázium	Tőkés Ildikó	16	10	8	0	3	0	0	4	0	0	18	-	<b>59</b>
Szabó Nimród Máté	Magyar-Angol Tannyelvű Gimnázium és Kollégium	Dr.Tófalvi Renáta	15	8	3	0	3	0	0	2	0	0	21,5	-	<b>52,5</b>

## II.b/1. kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szób.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Perényi Attila	Budapest I. kerületi Szilágyi Erzsébet Gimnázium	Tóth Katalin	18	12	16	18	11	12	29	17	12	14	39	25	<b>223</b>
Tar-Pálfi Helga	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	17	12	15	24	11	12	29	16	2	12	38	21	<b>209</b>
Molnár Kristóf István	Városmajori Gimnázium	Karácsonyi Virág	17	12	16	14	10	16	24	17	2	13	39,5	-	<b>180,5</b>
Bettesch Helga Adél	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tarsoly Zita	16	12	14	23	12	8	24	17	3	11	38	-	<b>178</b>
Jádi Péter	Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája	Muzsnay Zoltánné Murai Enikő	18	11	15	20	11	20	23	9	2	11	35,5	-	<b>175,5</b>
Koharek Anna	Gödöllői Török Ignác Gimnázium	Karasz Gyöngyi, Szemethyné Abonyi Erzsébet	15	12	16	21	9	16	27	17	1	12	29,5	-	<b>175,5</b>
Borsodi Eszter	Dunakeszi Radnóti Miklós Gimnázium	Kiss Gabriella	16	12	11	14	9	16	26	16	3	12	36,5	-	<b>171,5</b>
Péntek Domanos	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tarsoly Zita	17	12	16	20	8	12	28	17	0	10	30	-	<b>170</b>
Váradai Csanád	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	15	12	15	17	10	12	26	17	4	4	36	-	<b>168</b>
Gazdag Ferenc	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	17	12	13	15	10	12	18	17	0	11	38	-	<b>163</b>
Schäffer Donát	Pécsi Janus Pannonius Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	18	12	14	13	8	16	26	12	0	8	36	-	<b>163</b>
Zalán Petra	Deák Téri Evangélikus Gimnázium	Istvánfyné Tomka Márta	17	12	10	13	9	16	25	17	2	11	27	-	<b>159</b>
Sándor Mátyás	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	18	12	14	13	9	8	22	17	3	7	30	-	<b>153</b>
Szpisják Zsófia	Verseghy Ferenc Gimnázium	Balázs Zsuzsanna	16	10	12	8	6	16	23	17	0	8	35	-	<b>151</b>
Baranyi Bartal	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	15	7	14	14	7	12	19	16	1	12	32,5	-	<b>149,5</b>
Csóka Péter	Pécsi Janus Pannonius Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	18	10	10	7	10	12	19	17	0	9	33,5	-	<b>145,5</b>

**II.b/1. kategória (folytatás)**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szóh.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Miles Seán Daniel	Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium	Dr. Borbás Réka	18	10	17	17	9	4	3	16	2	11	35	-	<b>142</b>
Árokszállási Tamás	Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium	Dr. Borbás Réka	15	12	11	10	8	4	26	11	2	7	35,5	-	<b>141,5</b>
Kovács Kolos András	Prohászka Ottokár Katolikus Gimnázium	Köllő Csilla	18	11	8	10	8	12	21	14	0	2	29,5	-	<b>133,5</b>
Szabadi Botond	Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium	Kis-Szölygými Judit	18	8	10	0	6	8	20	15	0	0	34	-	<b>119</b>
Pák Péter	Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium	Kis-Szölygými Judit	12	7	9	0	7	4	23	1	3	0	33	-	<b>99</b>
Szűcs Csaba	Siófoki Perczel Mór Gimnázium és Kollégium	Hollósy Eszter, Hanzelikné Söveggyártó Márta	17	11	13	8	7	8	0	4	0	0	30,5	-	<b>98,5</b>
Kiss Erika	Vámbéry Á. Gimnázium	Karácsony Magdaléna	9	12	0	0	3	12	0	1	0	0	25,5	-	<b>62,5</b>
Tárnok Ede	Selye János Gimnázium	Fiala Andrea	6	12	1	0	0	4	0	0	0	0	21	-	<b>44</b>

**II.b/2. kategória**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szóh.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Éger Viktória Bernadett	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Villányi Attila	18	12	17	21	11	20	29	17	10	14	39	25	<b>233</b>
Arnold Levente	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma	Dr. Petz Andrea	18	12	14	24	11	20	26	17	11	14	39	22	<b>228</b>
Fekete Martin	Földes Ferenc Gimnázium	Fóris Tímea	18	12	13	28	11	20	21	16	11	13	40	23	<b>226</b>
Süli Ádám	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Csúri Péter	18	10	12	22	9	16	26	17	8	14	40	-	<b>192</b>
Hegedűs Márton Krisztián	Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó, Tóth Imre	18	10	17	17	11	20	21	17	4	14	40	-	<b>189</b>
Bíró Gergő	Jedlik Ányos Gimnázium	Elekne Becz Beatrix	17	12	14	23	12	12	22	15	11	10	39	-	<b>187</b>
Jánics Richárd	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma	Dr. Petz Andrea	18	11	15	26	8	16	28	17	3	3	40	-	<b>185</b>
Vásárhelyi István Péter	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Villányi Attila	17	10	13	22	10	16	28	16	3	9	40	-	<b>184</b>
Gerendás Roland	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Villányi Attila	18	9	17	28	11	16	27	10	2	4	39,5	-	<b>181,5</b>

## II.b/2. kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szóh.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Kovács Levente	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Sarka Lajos	16	5	12	23	10	16	28	17	4	12	29	-	172
Lankó Gréta	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma	Dr. Petz Andrea	17	10	15	27	7	8	21	17	3	3	39	-	167
Stingli Péter	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Csúri Péter	18	8	11	16	8	12	20	17	2	11	38,5	-	161,5
Molnár Frida	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Versits Lívია	18	8	13	17	7	12	26	10	2	10	36	-	159
Farkas Balázs	Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája	Majláth Gábor	18	3	11	26	9	16	26	4	0	10	32	-	155
Hangya Kinga	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Reiterné Makra Zsuzsanna, Labancz István	17	9	11	11	11	12	16	16	4	9	37,5	-	153,5
Nedeczky Karolina	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Dr. Miklós Endréné	18	7	14	18	11	16	26	10	0	3	29,5	-	152,5
Varga János	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Dr. Miklós Endréné	18	7	14	20	9	12	17	14	2	14	24,5	-	151,5
Kozma Szemere	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Kollégium, Általános Iskola és Alapfokú Művészetoktatási Iskola	Göbl László	15	11	12	17	10	16	8	17	2	4	37	-	149
Tóth Petra Lili	Földes Ferenc Gimnázium	Fóris Tímea	17	7	11	20	10	12	16	17	0	2	31	-	143
Papp András	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Kollégium, Általános Iskola és Alapfokú Művészetoktatási Iskola	Göbl László	17	6	11	16	7	12	25	17	4	0	27	-	142
Suhajda Botond	Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó, Tóth Imre	16	5	10	13	4	12	25	17	0	11	28,5	-	141,5
Leskó Dániel	Földes Ferenc Gimnázium	Endrész Gyöngyi	18	11	14	20	9	16	28	3	1	0	20,5	-	140,5
Czakó Boróka	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Csúri Péter	16	6	11	15	6	16	14	17	4	2	32,5	-	139,5
Bóka Boglárka	Hatvani Bajza József Gimnázium	Illésné Törő Melinda	18	4	16	10	7	4	21	17	0	12	29	-	138
Tóth Panna	Tóth Árpád Gimnázium	Fenyősné Kircsi Amália	17	2	15	10	9	4	20	17	3	5	33,5	-	135,5
Szécsényi-Nagy Rudolf	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Villányi Attila	18	8	9	0	7	8	25	10	1	14	30,5	-	130,5
Szilágyi Ákos	Nyíregyházi Krúdy Gyula Gimnázium	Oláh Krisztina	18	8	11	22	10	20	0	6	0	0	32,5	-	127,5
Máté Eszter Katalin	Szent László Katolikus Gimnázium, Technikum, Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola, Kollégium és Óvoda	Balázsné Szabó Lívია	18	3	8	16	10	20	9	17	0	0	23,5	-	124,5
Szekeres Huba	Tóparti Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium	Radics Ágota	17	6	9	0	5	8	21	17	0	5	31,5	-	119,5

**II.b/2. kategória (folytatás)**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szób.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Herczeg Balázs	Verseygy Ferenc Gimnázium	Kiss Béla	17	3	11	14	4	8	23	6	0	0	30	-	<b>116</b>
Siklós Dorina	Verseygy Ferenc Gimnázium	Kiss Béla	12	4	13	4	7	12	0	17	11	3	29,5	-	<b>112,5</b>
Tölgyesi Levente	Verseygy Ferenc Gimnázium	Kiss Béla	13	7	10	6	3	8	18	2	0	9	35	-	<b>111</b>
Csonka Sára	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzesi István	15	3	16	4	10	8	22	17	0	0	15,5	-	<b>110,5</b>
Böröczki Sára	Batthyány Lajos Gimnázium	Dénes Sándorné	17	5	13	4	4	12	15	5	0	0	21,5	-	<b>96,5</b>
Kiss-Juhász Levente	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Sarka Lajos	16	8	16	2	9	4	18	2	1	0	20	-	<b>96</b>
Tanczikó Hanna Zsuzsanna	Hatvani Bajza József Gimnázium	Illésné Törő Melinda	16	6	12	6	7	12	2	0	2	3	28,5	-	<b>94,5</b>
Zsók Dániel	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Lövei Andrea	17	6	10	12	7	4	0	7	0	0	26	-	<b>89</b>
Lippai András István	Szent László Katolikus Gimnázium, Technikum, Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola, Kollégium és Óvoda	Balázsne Szabó Lívia	16	4	9	0	7	8	0	17	0	2	11,5	-	<b>74,5</b>

**II.c. kategória**

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elm.:					Szám.:					Lab.:	Szób.:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.			
Nemes Tímea	Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum	Szilágyi Magdolna, Dr. Feketéné Kiss Judit	15	12	14	11	5	16	18	8	3	0	29	17	<b>148</b>
Pecsők-Bak Benedek	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	17	11	6	4	5	16	0	10	1	5	37,5	-	<b>112,5</b>
Schvirján Balázs	Irinyi János Református Oktatási Központ	Kopcsik Erika	15	12	10	11	7	8	0	17	0	1	29,5	-	<b>110,5</b>
Pál Bence	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	15	11	2	2	8	4	13	5	2	2	34,5	-	<b>98,5</b>
Berecz Szabolcs	Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum	Szilágyi Magdolna, Burzáné Pintye Lívia	4	11	0	0	2	12	1	16	3	3	28	-	<b>80</b>
Tölcsér Attila	Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum	Sipos Judit	2	12	3	0	3	0	0	10	1	0	21,5	-	<b>52,5</b>

## A szám szerzői

**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. Lente Gábor** egyetemi tanár, PTE TTK

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

**Dr. Ősz Katalin** egyetemi docens, PTE TTK, Kémiai Intézet

**Sajósi Benedek** tanuló, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium,  
Budapest

**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

**Dr. Várnagy Katalin** egyetemi tanár, DE Szervetlen és Analitikai  
Tanszék

**Vörös Tamás** igazságügyi szakértő, NSZKK

**Zagyi Péter** középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

## TARTALOM

<b>GONDOLKODÓ</b> .....	113
<b>KERESD A KÉMIÁT!</b> .....	146
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	154
Horváth Judit: Kémia németül .....	154
Tóth Edina: Kémia angolul .....	178
<b>VERSENYHÍRADÓ</b> .....	191
Ősz Katalin – Várnagy Katalin: Az 54. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője .....	191