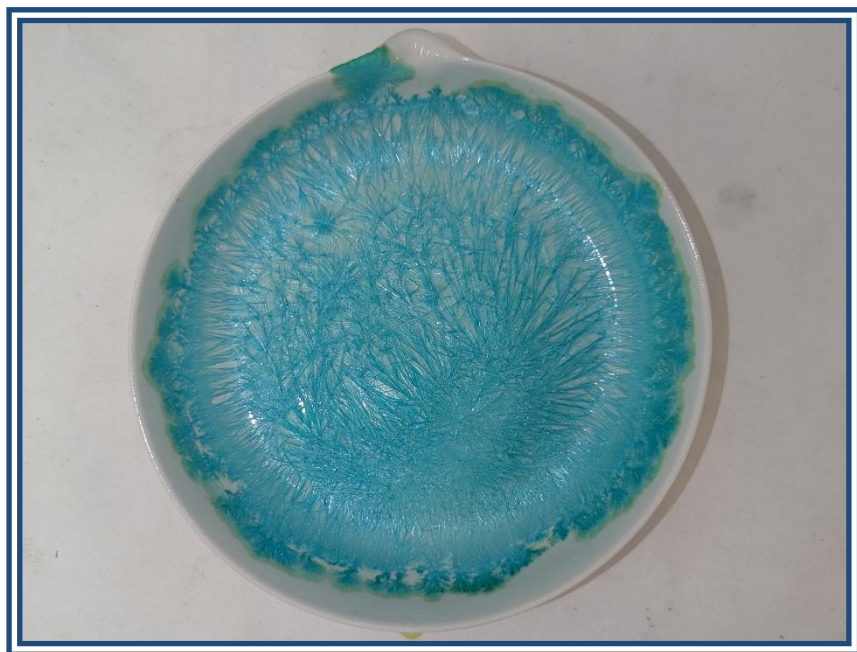
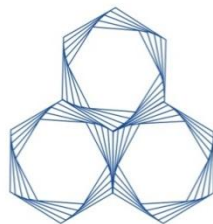


Középiskolai Kémiai Lapok



LIII.

2026/3.



Nemzeti
Kulturális
Alap

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémiantanári Szakosztályának folyóirata

2026 június	LIII. évfolyam	3. szám
-------------	----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyai Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Barabás Gergő, Dr. Borbás Réka, Fejesné Dr. Dávid
Ágnes, Dr. Horváth Judit, Dr. Keglevich Kristóf, Dr. Ósz
Katalin, Dr. Varga Szilárd, Zagyai Péter

<i>Szerkesztőség:</i>	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1106 Budapest Fehér út 10. E-mail: kokel@mke.org.hu 06307204417, 06202125664
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Dr. Szabó János Zoltán

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: <https://form.jotform.com/kokel/elofizetes>
Átutalással a Magyar Kémikusok Egyesülete részére,
a 10700024-24764207-51100005 számlaszámra, közlemény
„KÖKÉL 2026, előfizető neve, címe”.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2026. évre: 8000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

Az MKE Kémiantanári Szakosztály tagjai számára az előfizetés ingyenes.

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 Archívuma (EPA) archiválja.

A címlapon Magyarfalvi Gábor fotója látható.

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.

A 2025/2026. tanév pontversenyeinek végeredménye

Az alábbiakban közöljük az egyes kategóriákban kiemelkedő eredményt elért diákok névsorát. Elektronikus úton minden résztvevő megkapta a pontszámait. Két támogatónk (EGIS Zrt. és a Hildegard Alapítvány) 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 (9-10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Rajtik Sándor Barnabás Budapesti Fazekas Mihály Gimnázium	Dr. Keglevich Kristóf	199
2	Suhajda Csenge Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó, Tóth Imre	189,5
3	Kéri Márton Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	182,85

K pontverseny (11-12. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Németh Ábel ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely	Szabó Bence Farkas	171,25
2	Mikita Chuyeshkou Pasaréti Szabó Lőrinc Gimnázium	Berek László	169

H pontverseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Elek János Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Csúri Péter	197,5
2	Fekete Simon Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Szívós Ádám	187

Angol fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Vámi Ármin Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	Szabó Endre	394
2	Kuhl Boglárka Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Dr. Csóka Balázs, Dr. Ulrichné Novacsek Krisztina	381

Német fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Pászti Sámuel Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium	Dr. Keglevich Kristóf	93,5
2	Sipos Zita Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Dr. Csóka Balázs, Horváthné Bakos Andrea	87,5

Keresd benne a kémiát!

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Kiss-Huszta Iván Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Nagy Anna	115
2	Németh Kolos ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely	Szabó Bence Farkas	111
3	Németh Ábel ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely	Szabó Bence Farkas	109

A 2025/2026. tanév díjazott felkészítő tanára

Szabó Bence Farkas	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely
--------------------	---

GONDOLKODÓ



Megoldások

K541. Legyen az öt főzőpohárban a következő:

1. pH = 12-es NaOH oldat
2. desztillált víz + pár csepp fenolftalein indikátor
3. desztillált víz + pár csepp timolftalein indikátor
4. pH = 5-ös HCl-oldat + 4-nitrofenol
5. pH = 14-es NaOH-oldat

Kezdetben az összes oldat pH-ja a benne lévő indikátor szintelen tartományában található.

A mutatóványt az alábbi módon végezzük el:

Az első főzőpohárból töltünk annyit a másodikba, hogy közelítőleg pH = 11-es oldatot kapjunk. Ekkor a fenolftalein miatt az oldat rózsaszín (ciklámen színű).

A második főzőpohárból töltünk annyit a harmadikba, hogy közelítőleg pH = 10,5-ös oldatot kapjunk. Ekkor a fenolftalein és a timolftalein együttes hatása miatt az oldat kékeslila.

A harmadik főzőpohárból töltünk annyit a negyedikbe, hogy közelítőleg pH = 8-es oldatot kapjunk. Ezen pH értéken még a fenolftalein és a timolftalein szintelen, viszont a 4-nitrofenol már sárga, ezért az oldat sárga színű lesz.

A negyedik főzőpohárból öntsünk annyit az ötödik főzőpohárba, hogy pH = 13 felett legyen az új oldat. Itt a fenolftalein második átcsapása felett vagyunk, tehát szintelen, a timolftalein és a 4-nitrofenol pedig kék és sárga. Tehát az oldat zöld lesz.

A továbbiakban határozzuk meg, hogy kb. mekkora térfogatokat kell a 4 öntögetés során tovább öntenünk. Továbbiakban a térfogati kontrakciót elhanyagoljuk, továbbá az indikátoroldatok térfogatát is.

Legyen minden főzőpohárban kezdetben 1 liter, azaz 1 dm^3 térfogatú oldat.

Ahhoz, hogy az első oldatban 11-es pH legyen, az eredeti 12-est 10-szeresen kell hígítani. Azaz az első oldatból kb. $1/9 \approx 0,111 \text{ dm}^3$ -t, azaz kb. 110-115 ml-t kell a második főzőpohárba önteni. Hogy a 3. pohárban 10,5-es pH alakuljon ki, kb. 3,2-szeres hígítás szükséges, így kb. 0,455 azaz 455 ml továbböntése a másodikból. A 4. pohárnál a szükséges 8-as pH-t (a víz autoprotolízisét elhanyagolhatjuk) kb. 1:30-as elegyítésével érjük el, így kb. 35 ml szükséges a 3. oldatból. A kapott új negyedik oldatból pedig pár csepp hozzáadása után a kellő szint láthatjuk az utolsó 5. főzőpohár esetén is.

Rajtik Sándor Barnabás megoldása alapján.

Sok különböző megoldás is helyes lehet, a fenti csak egy ezek közül. Kiemelkedő megoldást küldött be Rajtik Sándor Barnabás, Suhajda Csenge és Wéber Zara.

(Nemeskéri Dániel)

K542. A táblázat alapján a sav képletében van szén, fluor és hidrogén is, valamint egy **X** elem. Legyen a sav anionjának (**A⁻**) képlete általánosan $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_w\text{X}_u$.

$$M_{\text{A}^-} = x \cdot M_{\text{C}} + y \cdot M_{\text{H}} + w \cdot M_{\text{F}} + u \cdot M_{\text{X}}$$

A megadott ionok szintén mind egyértékűek, az összetétel alapján felírható minden származékra külön három egyenlet, amelyek aztán leosztva egymással egyszerűbb egyenletrendszer adnak. Ezekből is elég azt a kettőt használni, ahol a kationban az adott atom nem szerepel. Az ammónium származékon bemutatva:

$$\frac{x \cdot M_{\text{C}}}{x \cdot M_{\text{C}} + (y + 4) \cdot M_{\text{H}} + M_{\text{N}} + w \cdot M_{\text{F}} + u \cdot M_{\text{X}}} = 0,03346$$

$$\frac{w \cdot M_{\text{F}}}{x \cdot M_{\text{C}} + (y + 4) \cdot M_{\text{H}} + M_{\text{N}} + w \cdot M_{\text{F}} + u \cdot M_{\text{X}}} = 0,5822$$

amelyekből

$$\frac{x \cdot M_C}{w \cdot M_F} = \frac{0,03346}{0,5822} \text{ azaz } \frac{x}{w} = 0,0909, \text{ avagy } \frac{w}{x} = 11$$

A tetrafluorammónium esetén:

$$\frac{y \cdot M_H}{x \cdot M_C} = \frac{0,0023344}{0,02787} \text{ azaz } \frac{y}{x} = 1$$

Ezenfelül egymással összevetve abszolút moláris tömeget is számolhatunk. A tetrafluorammónium és az ammónium moláris tömege közötti különbség 71,968 g / mol. Ezzel a két sóra felírva a fluortartalomról tudott adatokat:

$$\frac{w \cdot M_F}{M_{\text{NH}_4\text{só}}} = 0,5822 \text{ azaz } w \cdot M_F = 0,5822 \cdot M_{\text{NH}_4\text{só}}$$

és

$$\frac{(w + 4) \cdot M_F}{M_{\text{NH}_4\text{só}} + 71,968} = 0,6613$$

$$(w + 4) \cdot M_F - 47,592 = 0,6613 \cdot M_{\text{NH}_4\text{só}}$$

Ismét elosztva egymással a két átrendezett egyenletet:

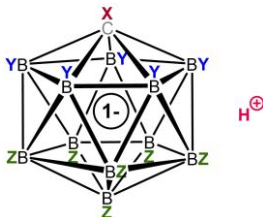
$$\frac{w \cdot M_F}{(w + 4) \cdot M_F - 47,592} = 0,8804$$

$$19 \cdot w = 16,7276 \cdot w + 25,0104$$

$$w = 11$$

Tehát az arányokból kapott érték egyben abszolút is, az anion képletében 11 fluor-, 1 szén- és 1 hidrogénatom található. Az ammóniumsó moláris tömege az előző alapján 358,983 g/mol, tehát a sav anionjának moláris tömege 340,944 g/mol. Ennek helyességét le is ellenőrizhetjük a még nem használt terc-butil kationnal alkotott só arányaival. Ezek után ebből az **X** atomokra a F, C, H kivonása után 118,926 g/mol jut. Végig kell próbálnunk, melyik egész számmal osztva kapunk értelmes atomtömeget **X** elemre, amely az így kapott összetételben kémiai is értelmes szeretlen aniont tud képezni. Itt nem kifejtve ez végül a 11-es szám, M_X

= 10,81 g / mol, amely alapján **X** elem a bór, a keresett sav pedig egy fluoro-karboránsav: $\text{H}_2\text{CB}_{11}\text{F}_{11}$, ami az egyik legerősebb létező Brønsted-sav. A karboránsavak általános szerkezete a következő ábrával szemléltethető:

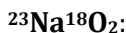


A mi esetünkben **X** = H, **Y** = **Z** = F. A savas hidrogénatom gyakorlatilag hidrogénionként a váz egyik fluoratomjához kapcsolódik, ill. két fluoratom között hidrogénhídként van jelen (és viszonylag kis aktiválási energiagáttal vándorolhat az egyes pozíciók között). A vonalakat semmiképpen sem szabad a hagyományos értelemben vett kovalens kötés-ként értelmezni. Az ilyen bórtartalmú ún. clusterok kötésviszonyait nem lehet leírni lokalizált kételektronos kötésekkel.

A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, a legtöbben helyesen oldották meg.

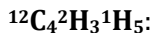
(Szobota András)

K543. A beküldők az alábbi vegyületeket találták, amelyek kielégítenek minden szempontot (csak természetes izotópokat tartalmaznak) és standard körülmények között is előfordulhatnak:



$$2 \cdot p^+(\text{O}) + p^+(\text{Na}) = 2 \cdot 8 + 11 = 27$$

$$2 \cdot n^0(^{18}\text{O}) + n^0(^{23}\text{Na}) = 2 \cdot 10 + 12 = 32$$



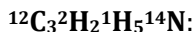
$$4 \cdot n^0(^{12}\text{C}) + 3 \cdot n^0(^2\text{H}) + 5 \cdot n^0(^1\text{H}) = 4 \cdot 6 + 3 \cdot 1 + 5 \cdot 0 = 27$$

$$4 \cdot p^+(\text{C}) + 8 \cdot p^+(\text{H}) = 4 \cdot 6 + 8 \cdot 1 = 32$$



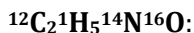
$$3 \cdot n^0(^{12}\text{C}) + n^0(^{17}\text{O}) + 6 \cdot n^0(^1\text{H}) = 3 \cdot 6 + 9 + 6 \cdot 0 = 27$$

$$3 \cdot p^+(\text{C}) + p^+(\text{O}) + 6 \cdot p^+(\text{H}) = 3 \cdot 6 + 8 + 6 \cdot 1 = 32$$



$$n^0(^{14}\text{N}) + 3 \cdot n^0(^{12}\text{C}) + 2 \cdot n^0(^2\text{H}) + 5 \cdot n^0(^1\text{H}) = 7 + 3 \cdot 6 + 2 \cdot 1 + 5 \cdot 0 = 27$$

$$p^+(\text{N}) + 3 \cdot p^+(\text{C}) + 7 \cdot p^+(\text{H}) = 7 + 3 \cdot 6 + 7 \cdot 1 = 32$$



$$2 \cdot n^0(^{12}\text{C}) + 5 \cdot n^0(^1\text{H}) + n^0(^{14}\text{N}) + n^0(^{16}\text{O}) = 2 \cdot 6 + 5 \cdot 0 + 7 + 8 = 27$$

$$2 \cdot p^+(\text{C}) + 5 \cdot p^+(\text{H}) + p^+(\text{N}) + p^+(\text{O}) = 2 \cdot 6 + 5 \cdot 1 + 7 + 8 = 32$$



$$n^0(^{12}\text{C}) + 5 \cdot n^0(^1\text{H}) + 3 \cdot n^0(^{14}\text{N}) = 6 + 5 \cdot 0 + 3 \cdot 7 = 27$$

$$p^+(\text{C}) + 5 \cdot p^+(\text{H}) + 3 \cdot p^+(\text{N}) = 6 + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 7 = 32$$



$$n^0(^{10}\text{B}) + n^0(^{11}\text{B}) + 6 \cdot n^0(^1\text{H}) + 2 \cdot p^+(\text{B}) + 6 \cdot p^+(\text{H}) = 5 + 6 + 6 \cdot 0 + 2 \cdot 5 + 6 \cdot 1 = 27$$

$$2 \cdot p^+(\text{B}) + 6 \cdot p^+(\text{H}) + 2 \cdot e^-(\text{B}) + 6 \cdot e^-(\text{H}) = 2 \cdot (2 \cdot 5 + 6 \cdot 1) = 32$$



$$n^0(^{12}\text{C}) + 5 \cdot n^0(^1\text{H}) + n^0(^{10}\text{B}) + p^+(\text{C}) + 6 \cdot p^+(\text{H}) + p^+(\text{B}) = 6 + 5 \cdot 0 + 5 + 6 + 6 \cdot 1 + 5 = 27$$

$$p^+(\text{C}) + p^+(\text{B}) + 5 \cdot p^+(\text{H}) + e^-(\text{C}) + e^-(\text{B}) + 5 \cdot e^-(\text{H}) = 2 \cdot (6 + 5 + 5 \cdot 1) = 32$$

A feladat kifejezetten nehéznek bizonyult, mindösszesen két beküldőnek (Ritli Abigél és Suhajda Csenge) esett le, hogy a 27-et, illetve 32-t egyazon molekula elemi részecskéinek számából kell kihozni, így a többiek megoldása sajnos nem tartalmazott értékelhető megoldást.

(Viczkó Csaba)

K544. 1. Olyan ionvegyületek, amelyekben egyetlen kation és egyetlen anion azonos számú elektront tartalmaz, és az egyik összetett ion:

Az ammónium-fluorid, NH_4F ilyen vegyület. Az NH_4^+ ion elektronszáma $7 + 4 \cdot 1 - 1 = 10$, a fluoridioné pedig $9 + 1 = 10$. Tehát a kation és az anion azonos számú elektronnal rendelkezik.

Ugyancsak megfelel a hidrazónium-klorid, $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$. A N_2H_5^+ ion elektronszáma $2 \cdot 7 + 5 \cdot 1 - 1 = 18$, a kloridioné $17 + 1 = 18$. Itt is teljesül, hogy az egyetlen kation és az egyetlen anion ugyanannyi elektront tartalmaz.

2. Olyan ionvegyületek, amelyekben az egyenlőség csak az összes kation és az összes anion elektronszámát összeadva teljesül:

A cink-cianid, $\text{Zn}(\text{CN})_2$ jó példa. A Zn^{2+} ion elektronszáma $30 - 2 = 28$, egy cianidioné $6 + 7 + 1 = 14$. Egyetlen kationra 28 elektron jut, két anionra együtt $2 \cdot 14 = 28$ elektron, tehát az összes kation és az összes anion elektronszáma megegyezik, de egyetlen Zn^{2+} és egyetlen CN^- ion elektronszáma nem azonos.

Hasonló a helyzet az ón(II)-nitrittel, $\text{Sn}(\text{NO}_2)_2$. A Sn^{2+} ion elektronszáma $50 - 2 = 48$, egy NO_2^- ioné $7 + 2 \cdot 8 + 1 = 24$. Két nitrition együtt $2 \cdot 24 = 48$ elektront tartalmaz, vagyis a teljes kationos és anionos elektronszám azonos, de egyetlen kation és egyetlen anion külön nem izoelektronos.

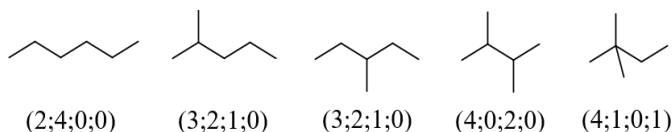
Összefoglalva tehát az első típusra példa az NH_4F és a $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$, a másodikra pedig a $\text{Zn}(\text{CN})_2$ és a $\text{Sn}(\text{NO}_2)_2$. Sok további helyes példa adható.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége maximális pontot ért el. Akik csak az egyik módra adtak példát, a pontok felét kapták meg.

(Nemeskéri Dániel)

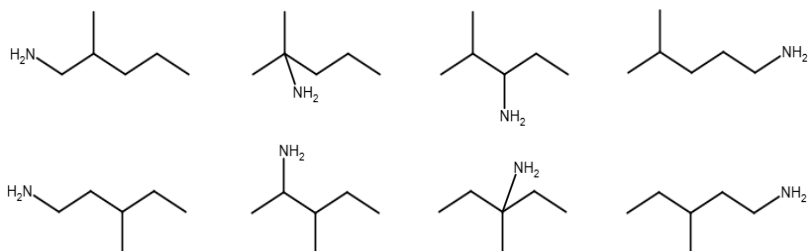
K545. A keresett anyag a DMBA, avagy a 4-metilpentán-2-amin, ennek összegképlete $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$. Ismert, hogy ha egy vegyületben nincsenek gyűrűk és π -kötések, akkor nincsen olyan konstitúciós izomere, melyben lennének.

Rajzoljuk fel a szénváz (hexán) lehetséges konstitúciós izomerjeinek vonalképletét:

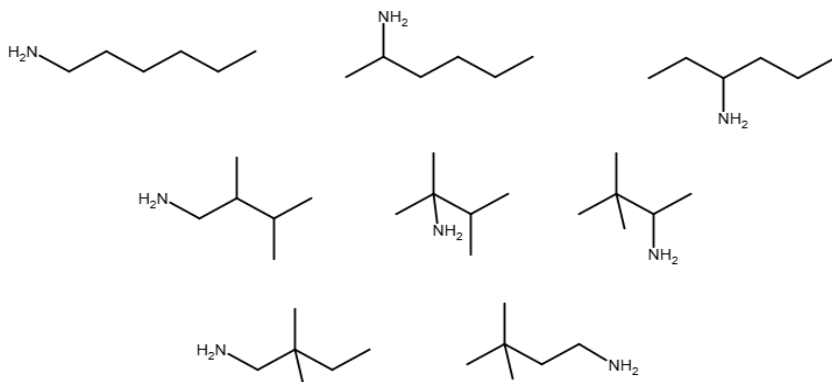


A molekulák alatti számok rendre az elsőrendű, másodrendű, harmadrendű és negyedrendű szénatomokat jelölik. Ha ezek közül valamely molekulában egy hidrogént kicserélünk egy aminocsoportra, akkor a DMBA egy konstitúciós izomerét fogjuk kapni. Könnyen látható, hogy ilyen módon az összes konstitúciós izomer meg is kapható.

a) Az eredeti molekula szénváza a 2-metilpentán, tehát minket a (3; 2; 1; 0) alakú listák érdekelnek. Innen a lehetséges izomerek (a DMBA-t kihagyva):



- b) Ide olyan lista kellene, melyben 3; 2; 1; 0 számok vannak, de más sorrendben. Jól láthatóan itt ilyen nincs.
- c) Ide olyan lista kell, melyben van két egyenlő szám. Ilyen a (2; 4; 0; 0), a (4; 0; 2; 0) és a (4; 1; 0; 1). Az ezekhez tartozó izomerek:



- d) Ide olyan lista kellene, melyben van három egyenlő szám. Jól láthatóan itt nincs ilyen.

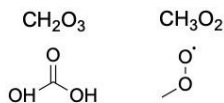
A feladat kifejezetten nehéznek bizonyult, az átlag jócskán a szokásos K-feladatok átlaga alatti, 3,71 pont lett. Részletes és helyes megoldást adott le Rajtik Sándor Barnabás, melyet fent közöltünk. Több beküldőnek is nehézséget jelentett a kérdéses anyag megtalálása, illetve előfordult a rendűség helytelen értelmezése is. Ilyenkor kizárólag a szomszédos szénatomok száma a mérvadó, a többszörös kötések és egyéb szubsztituensek nem

játszanak semmilyen szerepet. A hidrogének újbóli megszámlálásával elkerülhetőek az olyan hibák, mint például egy gyűrűs vagy telítetlen konstitúciós izomer felrajzolása egy teljes mértékben telített molekulához.

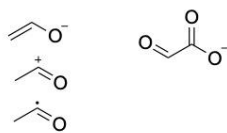
(Viczkó Csaba)

K546. A legtöbb beküldő szerves vegyületekkel próbálkozott és ezekből valóban léteznek több jó kombináció is. Például:

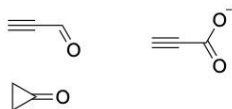
C, H, O, 1, 2, 3:



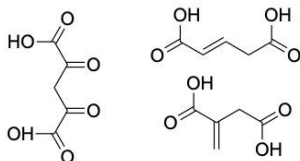
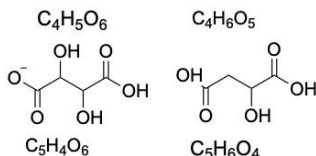
$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$	C_2HO_3
--------------------------------	-------------------------



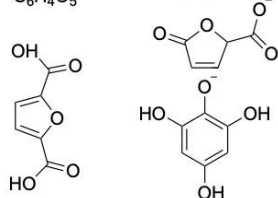
$\text{C}_3\text{H}_2\text{O}$	C_3HO_2
--------------------------------	-------------------------



C, H, O, 4, 5, 6:

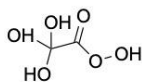


$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_5$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4$
----------------------------------	----------------------------------

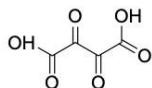


C, H, O, 2, 4, 6:

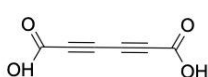
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_6$



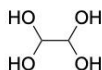
$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6$



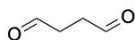
$\text{C}_6\text{H}_2\text{O}_4$



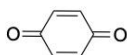
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_4$



$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$



$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$



A legtöbb beküldő (helyesen) úgy értelmezte a feladatot, hogy a megoldási javaslatot elegendő indoklással kell ellátni (ezt egy helyes szerkezeti képlet is kielégíti). Néhányan azonban nem tettek így, erre a jövőben érdemes odafigyelni. A beküldők nagy része 4-5 helyes szerkezetig eljutott, apróbb figyelmetlenségek csúsztak be több helyen. Hibátlan megoldást öten adtak be.

(Viczkó Csaba)

K547. a) PH_3 , NH_2Cl , NF_3

b) SOF_2 , ClFO_2

c) XeOF_4

d) $[\text{InCl}_5]^{2-}$

e) $[\text{Ni}(\text{CN})_5]^{3-}$

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége maximális pontot ért el.

(Varga Szilárd Bercel)

K548*. a) Feltételezhetjük, hogy a nagyobb érték, 72,1 az 1 mólos táblázathoz, a 0,321 az 1 grammoshoz tartozik.

b) Beláthatjuk, hogy a 72,1 érték a képződő víz tömege lesz. Ehhez a vegyület molekulájának 8 H-atomot kell tartalmaznia. Ugyan 3 mol gáz térfogata is 72,1 dm³ közelében van, ennek nem feleltethető meg anyag. A 0,321-es érték tehát az 1 g vegyület égésekor képződő gáz térfogata.

Ha ez kizárólag a CO_2 , akkor a vegyület moláris tömege $24,5/0,321 = 76,3$ g/mol. A hiányzó atom(ok)ra $76,3 - 12,01 - 8,08 = 56,21$ g jut, ami megfelel 2 Si-atomnak. A keresett vegyület tehát a CSi_2H_8 , egy propánanalóg. Az Si-atomok izoláltan helyezkednek el, tehát nincs a molekulában Si-Si kötés. Égésnél a hidrogénből folyékony víz, a szilíciumból szilárd SiO_2 keletkezik.

c) Igen, mivel a metán a lehető legkisebb moláris tömegű egy szénatomos vegyület, ezért a rá kiszámítható anyagmennyiség a legnagyobb, így az 1 grammra vonatkozó értékek rekordnak számítanak. Triviális rekord természetesen a holtversenyes 44,0 g CO_2 / 1 mol anyag is.

d) Az új rekorder molekulája szintén 8 H-atomot tartalmaz, de moláris tömege $24,5/0,148 = 165,5$ g/mol. A hiányzó atom(ok)ra $165,5 - 12,01 - 8,08 = 145,5$ g jut, ami megfelel 2 Ge-atomnak. A keresett vegyület tehát az előzővel analóg szerkezetű CGe_2H_8 .

Update2: A K542-ben szereplő halogénezett karboránsavak analógja, a $\text{H}(\text{CB}_{11}\text{H}_{12})$ ugyan nem izolálható anyag, de a sói igen. Ezek viszont megdöntik az 1 mol vegyület égésekor keletkező víz tömegére vonatkozó rekordot, hiszen 6 mol H_2O képződésével kell számolnunk (egyértékű kation esetén). Sőt, nagy moláris tömegű kation (pl. Cs) a gáztérfogat/1 g anyag rekordot is letaszítja. Itt az ideje, hogy Vendel ezeket is felvegye a táblázatába.

A feladat nehéznek bizonyult, a szilícium- és germániumvegyületek nem jutottak senkinek az eszébe.

(Nemeskéri Dániel – Zagyi Péter)

K549. Elsőként számítsuk ki a kristályvizes timsó összetételét:

$$w_{\text{só}} = \frac{258,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{258,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,544.$$

$m = 135$ g sóban tehát $m_{\text{vízmentes}} = 0,544 \cdot 135$ g = 73,4 g vízmentes só és $m_{\text{kristályvíz}} = 61,6$ g kristályvíz van.

Vizsgáljuk először Róza módszerét:

80 °C-on 73,4 g vízmentes só feloldásához

$$m_{\text{víz}, 80^\circ\text{C}} = \frac{73,4}{71} \cdot 100 \text{ g} = 103,4 \text{ g vízre van szükség.}$$

Ehhez még 41,8 g vízben kellett feloldani a kristályvizes sót és ebből:

$$w_{80^\circ\text{C}} = \frac{73,4}{135+41,8} = 0,415.$$

0 °C-on 73,4 g vízmentes só feloldásához $m_{\text{víz}, 0^\circ\text{C}} = \frac{73,4}{3} \cdot 100$ g = 2447 g vízre van szükség. Ehhez még 2385 g vízben kellett feloldani a kristályvizes sót és ebből:

$$w_{0^\circ\text{C}} = \frac{73,4}{135+2385} = 0,029.$$

Ezen adatok ismeretében keverési egyenlettel egyszerűen ki lehet számolni a lehűléskor kiváló kristályvizes só tömegét:

$$(m + 41,8) \cdot w_{80^\circ\text{C}} = m_{\text{Róza}} \cdot w_{\text{Só}} + (m + 41,8 - m_{\text{Róza}}) \cdot w_{0^\circ\text{C}}$$

$$176,8 \cdot 0,415 = m_{\text{Róza}} \cdot 0,544 + (176,8 - m_{\text{Róza}}) \cdot 0,029$$

$$\text{Ebből } m_{\text{Róza}} = 132,5 \text{ g.}$$

Róza módszerének hatásfoka:

$$\eta_{\text{Róza}} = \frac{132,5}{135} \cdot 100 \% = 98,2\%.$$

Sándor módszerével:

$$20^\circ\text{C-on } 73,4 \text{ g vízmentes só feloldásához } m_{\text{víz},20^\circ\text{C}} = \frac{73,4}{5,9} \cdot 100 \text{ g} = 1244 \text{ g vízre van szükség. Ehhez még } 1182 \text{ g vízben kellett feloldani a kristályvizes sót és ebből: } w_{20^\circ\text{C}} = \frac{73,4}{135 + 1182} = 0,056.$$

Az elektrolízis során vízbontás történt, 1 mol víz elbontásához 2 mol e-szükséges ($\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$).

$$Q = I \cdot t = 10 \text{ A} \cdot 10 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} = 3,6 \cdot 10^5 \text{ C}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,5 \cdot n_{e^-} = 0,5 \cdot \frac{Q}{F} = 0,5 \cdot \frac{3,6 \cdot 10^5 \text{ C}}{9,6 \cdot 10^4 \text{ C/mol}} = 1,87 \text{ mol}$$

Ezek alapján $m_{\text{el}} = 1,87 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 33,7 \text{ g}$ vizet bontott el Sándor.

Ismét felírva a keverési egyenletet:

$$(m + 1182) \cdot w_{20^\circ\text{C}} = m_{\text{S}} \cdot w_{\text{Só}} + (m - m_{\text{el}} - m_{\text{S}} + 1182) \cdot w_{20^\circ\text{C}}$$

$$1317 \cdot 0,056 = m_{\text{S}} \cdot 0,544 + (1283 - m_{\text{S}}) \cdot 0,056.$$

$$\text{Ebből } m_{\text{S}} = 3,90 \text{ g, valamint } \eta_{\text{S}} = \frac{3,90}{135} \cdot 100 \% = 2,89\%.$$

Tehát a lehűtéssel történő átkristályosítás szignifikánsan hatékonyabb, mint az elektrolízissel történő vízbontás a timsó esetén.

b) A szennyezőktől megtisztítani csak Róza módszerével, vagyis az átkristályosítással lehet, amikor a timsó egy új, tiszta fázist alkot, míg a szennyezők vagy oldva maradnak, mivel a koncentrációjuk nem éri el a vízben való oldhatóságukat, vagy egy egyszerű szűréssel eltávolíthatók. Az elektrolízis során (kvázi bepárlásként is értelmezhető) a szennyező anyagok visszamaradnak oldott állapotban, épp úgy, mint a timsó.

A feladatra 4 beküldő adott be hibátlan megoldást és további 2 versenyző esetén is csak a b) feladatrész részletesebb indoklása hiányzott. A többi

beküldő változatos módszerekkel próbálta a feladatot megoldani, több esetben a kiváló só kristályvizéről feledkeztek meg.

(Viczkó Csaba)

K550. a) A földi légkör teljes tömegét a légköri nyomás segítségével becsülték meg, és $5 \cdot 10^{21}$ g a nagyságrendje.

Egy lélegzetet 0,5 liternek becsülve, az anyagmennyisége 0,02 mol. A pontos hőmérséklet és nyomás ilyen becslésnél nem változtat sokat, akár a testhőmérsékletet vagy más szobahőmérséklet körüli értéket használunk. A levegő 29 g/mol körüli átlagos moláris tömegével számolva ennyi levegő tömege 0,6 g körül lehet.

A tömegeket összevetve a légkörben tehát kb. $n = \frac{5 \cdot 10^{21} \text{ g}}{0,6 \text{ g} \cdot N_A} \cong 0,014$ mol lélegzetvétel lehet, ami egyértelműen kisebb, mint az egy lélegzetvételben fellelhető gázcseppcskék anyagmennyisége, de a két érték hasonló nagyságrendű.

b) A beküldők jó néhány aránnyal próbálták szemléltetni az Avogadro-szám nagyságát. Ezek között sok volt az a) kérdéssel analóg: hány pohár víz van az óceánokban és hány molekula egy pohár vízben; konyhasó móljai egy sótartóban és a kőszó mennyisége a földkéregben.

Más jellegű, de hasonló összehasonlítások, hogy 1 molnyi homokszemből a Földdel összemérhető méretű homokdomb jönne össze, vagy hogy a földgömböt teljesen befüvesítve távolról sem közelítené meg a fűszálak száma az Avogadro-számot.

Ugyan csillagból a Világegyetemben 1 mólnyinál valamivel több van, de általában leszámolással nehéz elérni ilyen nagyságrendeket: kis értékű pénzermében számolva sem lesz ilyen nagyságrendű a világgazdaság értéke; a Világegyetem kora másodpercben számolva is eltörpül az Avogadro-szám mellett.

A becslés számszerűsítése szinte minden beküldőnek jól sikerült, bár néhányan félreértették az összehasonlítandó számokat. Az összehasonlítások változatos tárháza érkezett be a b) részre, de néhány esetben azért feltűntek ügyetlen mennyiségek, pl. NaCl molekulákat nem illene kémiából készített diákoknak emlegetni.

(Magyarfalvi Gábor)

K551. A összetételének meghatározáskor feltehető, hogy egy sóról beszélünk, hiszen kikristályosítható. Amennyiben NaClO_n formában írható fel, a tömegszázalékból következik:

$$n = \frac{\frac{35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,333} - 35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3.$$

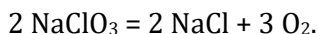
A összegképlete tehát: NaClO_3 , képződésének egyenlete:



A bomlásakor $n = \frac{1\text{g}}{106,45 \text{ g/mol}} = 9,39 \text{ mol}$ nátrium-klorátból indultunk ki és a keletkező gáz anyagmennyisége ($T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ot feltételezve):

$$\Delta n = \frac{p_{\text{vég}} V_{\text{vég}}}{RT_{\text{vég}}} - \frac{p_0 V_0}{RT_0} = \frac{265 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 573 \text{ K}} - \frac{101 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}} = 14,05 \text{ mol}.$$

Ez pont 1,5-szerese a kiindulási anyagmennyiségnek, tehát feltételezhetően az oxigén elemi formában távozott és NaCl maradt vissza:



B és **C** meghatározásánál észszerű feltevés, ha klórtartalmú gázokra gondolunk. Ekkor amennyiben az egyik az elemi klórgáz, a másikra: $1,051 \cdot M(\text{Cl}_2) = 74,52 \text{ g/mol}$ -ra nem adódik értelmes megoldás, ám:

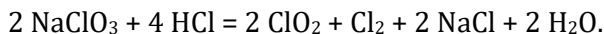
$$M(\text{Cl}_2)/1,051 = 67,46 \text{ g/mol}$$

rá épp a klór-dioxid moláris tömege jön ki.

Az eljárásnál a klórgáz képződését próbálják elkerülni, így

B: Cl_2 és **C:** ClO_2 .

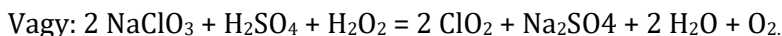
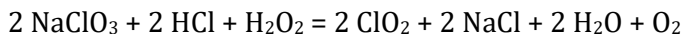
Keletkezésük egyenlete:



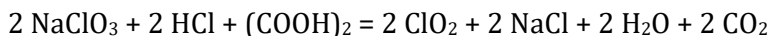
Töményebb sósavval:

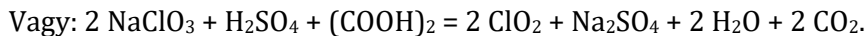


Hidrogén-peroxiddal:



Oxálsavval:



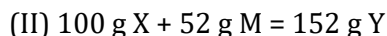
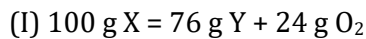


A feladat jól szórta a mezőnyt. Hibátlan megoldást egyedül Rajtik Sándor Barnabás adott le. Érkezett több olyan megoldás is, ahol bár az ismeretlen vegyületeket kitalálta a beküldő, az egyenletek rendezésénél merültek fel hiányosságok. Továbbá sokan figyelmetlenségből kihagytak 1-2 egyenletet a megoldásukból. Jövőre figyeljeteK arra, hogy a megoldás tisztázása előtt fussátok át még egyszer alaposan a feladat szövegét. Az csupán egy versenyzőt vezetett félre, hogy ha a klórgázt a másik ismeretlenként azonosítjuk, a 74,52 g/mol-os moláris tömeg éppen megfelel a NaOCl-nak. Azonban a feladat szövegéből egyértelműen adódik, hogy a szerző a klór-dioxidra gondolt a nátrium-hipoklorit helyett.

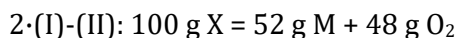
Ezt támasztja alá például az alábbi cikk is: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652605002568>.

(Viczkó Csaba)

K552. Írjuk fel a két folyamatot minden részt vevő részecske tömegét jelezve:



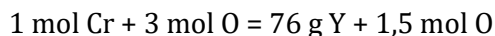
Észrevesszük, hogy a második egyenlet jobb oldalán éppen kétszer annyi Y van, mint az elsőben, így egyszerűen tudjuk eliminálni:



Ebből következik: $n(\text{O}) = 3 \text{ mol}$, valamint: $M(\text{M}) = 17,33n \text{ g/mol}$, ahol n az O/M arányt jelöli X vegyületben. Néhány kis számra próbálva, $n=3$ esetén $M(\text{M}) = 52 \text{ g/mol}$ adódik, ami éppen a króm moláris tömege.

Tehát **X**: CrO_3 .

Az ismert adatokat behelyettesítve (I)-be:



Tehát Y-ban az O:Cr-arány: $1,5:1 = 3:2$.

Ezek alapján **Y**: Cr_2O_3 .

A feladat nem bizonyult nehéznek a beküldők jelentős részének, szinte mindenki megtalálta a két vegyületet. A megoldás Mikita Chuyeshkou ötletén alapul.

(Viczkó Csaba)

K553. a) Minél nagyobb mértékben tölti ki a lombikot az ammónia, annál nagyobb mennyiségű gáz oldódik a vízben, így annál nagyobb mennyiségű víz fog felszívódni a kísérlet során. A bejutó víz tömege alapján a lombikban lévő ammónia teljes mennyisége feloldódik, míg a levegő csak elhanyagolhatóan kis mértékben oldódik a vízben. Ez azt jelenti, hogy kezdetben a ledugózott lombikban lévő gázelegy 70%-a ammónia, 30%-a pedig levegő volt.

A megadott adatok, valamint az általános gáztörvény alapján a lombikban lévő gázok együttes anyagmennyisége 10,62 mmol, így az ammónia anyagmennyisége 7,44 mmol, míg tömege 126 mg volt.

b) A bejuttatott 1 csepp víz hatására az ammónia egy része oldódik, így csökken a gázhalmazállapotú anyagok anyagmennyisége, továbbá (igaz, hogy csak elhanyagolható mértékben) csökken a gázok által kitöltött térrész is. A telített oldat összetétele miatt az oldódó ammónia tömege egy harmada lesz a bejuttatott víz tömegének, vagyis 13,3 mg, ami 0,784 mmol. Emiatt a gázhalmazállapotú részecskék anyagmennyisége 9,84 mmol-ra csökkent. Feltételezve, hogy az edényben ekkor még mindig 30°C a gázok hőmérséklete, ezek együttes nyomása az általános gáztörvény alapján 93,6 kPa-nak adódik.

c) Az U-csőben lévő kalcium-oxid 20 mg, vagyis 1,11 mmol vizet kötött meg. Ez alapján a lombikot elhagyó elegendő víz és az ammónia anyagmennyiségének aránya 1,0 : 6,7.

A feladat megoldása szempontjából érdemes megemlíteni azt, hogy a fenti, oldhatóságon alapuló megoldásban nem kerül figyelembevételre a kísérlet végén beálló mechanikai egyensúly, ugyanis a víz addig fog beáramlani a lombikba, amíg annak belsejében a nyomás el nem éri a külső nyomás értékét. Ez azért fontos, mert a kísérlet végén is meglévő gáz nyomása ennek megfelelően kisebb lesz, mint a külső (légköri) nyomás, vagyis a levegő anyagmennyisége kisebb, míg az ammónia anyagmennyisége nagyobb lesz a fentihez képest. Mivel egy átlagos 250 ml-es lombik magassága nem nagyobb, mint 20 cm, így az ilyen módon kialakuló, a dugóba fűrt csőben lévő víz hidrosztatikai nyomásából, illetve a víz gőznyomásából (tenzió) együttesen származó eltérés nem lesz nagyobb, mint 5%. Ha figyelembe vesszük azt, hogy a térfogatmérés (70%) hibája is legalább 1,4%, úgy a fenti becslés jó közelítésnek tekinthető.

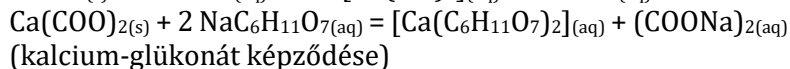
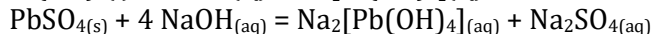
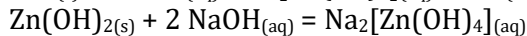
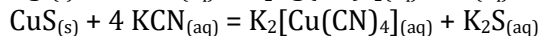
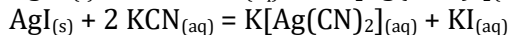
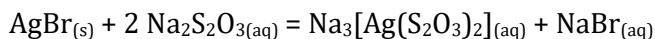
A szökőkút kísérletek esetén gyakran láthatjuk azt, hogy a külső nyomás által benyomott víz áramlási sebessége a kísérlet elején nő (egyre gyorsabban áramlik be a víz). Ezt a fenti számolás alapján magyarázhatjuk azzal, hogy a még fel nem oldódott ammónia pillanatszerűen oldódik a bejutó (egy cseppnél jóval nagyobb mennyiségű) vízben, így ez a hatás gyorsabban csökkenti a belső nyomást, mint amilyen sebességgel növeli azt a beáramló víz. Ahogy a kísérlet során csökken a gáz-halmazállapotú ammónia mennyisége, úgy csökken ez a hatás, míg végül beáll az egyensúly.

A fenti számolással kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a dugóba fúrt cső (anyagi minőség, átmérő) és a beszívott víz (térfogat, viszkozitás, felületi feszültség) megfelelő tulajdonságainak, továbbá a kísérlet dinamikájának figyelembevételével tovább pontosíthatjuk a számolásunk alapját képező modellünket.

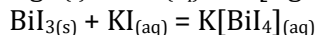
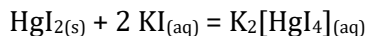
(Ficsór István Dávid)

K554. Az alábbiakban a beküldők által javasolt egyenletekből szemezgetünk kategóriánként:

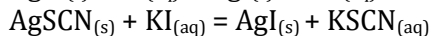
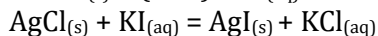
1. Komplexképződés, vízben oldódó vegyület keletkezik:

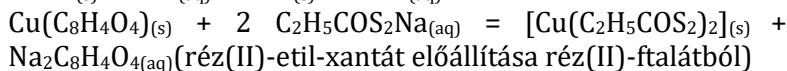
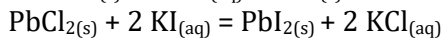
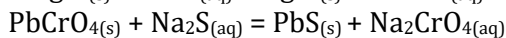
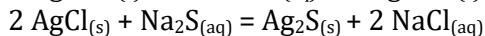
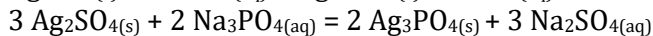
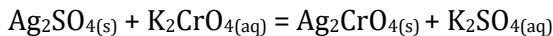


Színes komplex képződésével jár:

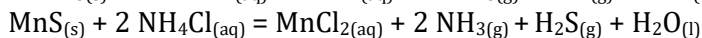
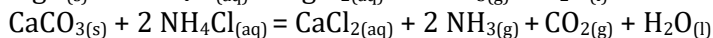
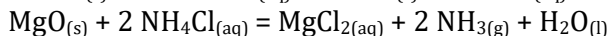
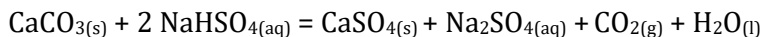


2. Újabb csapadék képződik (rosszabb oldhatósággal, kisebb oldhatósági szorzattal):

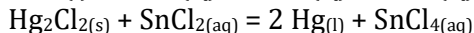
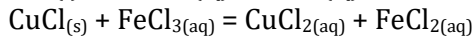
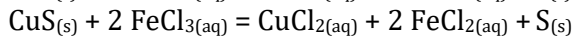




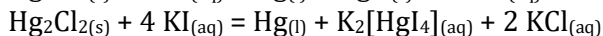
3. Gáz fejlődik:



4. Színváltozással kísért redoxireakció zajlik le:



Ennek speciális esete: diszproporcionálódás:



A feladatra változatos tartalmú és hosszúságú megoldásokat küldtek be a versenyzők. A legtöbb helyes reakciót (15-öt és ezzel együtt a maximális pontszámot) Németh Ábel érte el. A pontozásnál nem csupán a felsorolt egyenletek száma, hanem azok változatossága és helyessége is szerepet játszott, ezért nincs egyenes arányosság az elért pontszám és a közölt reakciók száma között. Típushibának számítottak a nem ionos vegyületek oldataival (például szalmiákszesszel vagy sósavval) felírt egyenletek, valamint ionegyenletek esetén az ellenionok elhagyása (itt a feladat kiírásából fakadóan mindenképpen meg kellett adni a két só képletét).

(Viczkó Csaba)

K555. Az ismeretlen vegyület azonosítását a mennyiségi meghatározások során fogyott mérőoldat mennyisége, továbbá az alkalmazott indi-

kátorok minősége is segíti. Mivel a második mérés előtt az oldatot kiforraljuk, ezért a fogyások közötti különbségért egy illékony, savas kémhatást okozó vegyület a felelős. Ilyen lehet például egy hidrogén-halogenid. A metilnarancs 3-as, illetve 4,5-es pH között, a timolftalein pedig 9-es, illetve 10,5-es pH között vált színt. Ez azt jelenti, hogy a vízzel történő reakció során keletkező vegyületek közül a forralással el nem távolítható komponens egyrészt egy-, illetve kétértékű savként viselkedik a két végpontban, hiszen a második mérésben az első, illetve a második titrálás során 1,00 : 2,00 arányban fogyott a mérőoldat. Másrészt ennek a savnak a mononátrium sója (egy savanyú só) gyengén savas kémhatású, ugyanis a második mérés során az első végpontban (metilnarancs) ez az egyetlen oldott anyag az oldatban. Hasonló okokból a dinátrium só vizes oldata gyengén lúgos.

Ilyen tulajdonsággal rendelkező sav például a foszforsav.

A két vizsgálat során elvégzett titrálások esetén tapasztalt fogyások közötti különbségek lényegében megegyeznek (4,79 ml és 4,80 ml), így a foszforsav mellett lévő savas kémhatást okozó anyagok teljes mennyisége eltávolítható a forralással, továbbá ezek teljes mennyisége elreagál a nátrium-hidroxiddal mikorra a metilnarancs színvált.

Mivel az első vizsgálat első titrálásában a foszforsav, mint egyértékű sav vett részt, így a foszforsav mellett lévő anyagok 23,99 ml nátrium-hidroxid-oldattal közömbösíthetők. Ez azt jelenti, hogy e titrálás során a foszforsavból, illetve az ismeretlen vegyületből származó hidrogénionok mennyiségének aránya 1,00 : 5,00.

Mivel az ismeretlen vegyület tömegét is ismerjük, így ennek segítségével megállapítható, hogy abban 149 mg foszfor található, vagyis 1 mol foszfor mellett 177,4 gramm tömegű ismeretlen alkotóelem található. Ez, valamint a fenti arány, továbbá a feladat szövegében szereplő fizikai és kémiai tulajdonságok alapján arra következtethetünk, hogy az ismeretlen vegyület a PCl_5 .

A feladatra megoldást beküldők általában előbb sejtették meg azt, hogy mi lehet az ismeretlen vegyület, mintsem, hogy azt számolás útján igazolták volna, így a leírások több versenyző esetén is csak megerősítő erejűek voltak. A további lehetőségeket nem zárták ki.

(Ficsór István Dávid)

K556. Induljunk ki egy olyan helyzetből, amikor az anódon 3 mol gáz fejlődik. Ekkor ebből 2 mol nyelődik el nátrium-hidroxid-oldatban, ami azt jelenti, hogy a két elektródon összesen ennek a kétszerese, vagyis 4 mol gáz fejlődik. Ebből az következik, hogy amíg az anódon 3 mol gáz, addig a katódon 1 mol gáz fejlődése figyelhető meg.

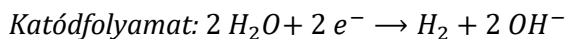
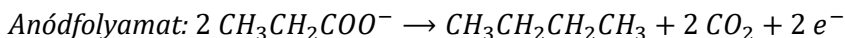
Az átlagos moláris tömegek alapján ilyen anyagmennyiségű gázok esetén az anódon 146 gramm, míg a két elektródon összesen 148 gramm gáz fejlődik. Ezek alapján a katódon hidrogén fejlődik, hiszen annak lehet csak 2 g/mol a moláris tömege.

Az anódon 2 mol anyagmennyiségben fejlődik egy olyan gáz, mely nátrium-hidroxiddal reagál, ilyen lehet például a szén-dioxid.

Ez azt jelenti, hogy az anódon keletkező másik gáz anyagmennyisége 1 mol, míg tömege 58 gramm. Ez alapján arra következtethetünk, hogy az ismeretlen vegyület C_4H_{10} összegképlettel jellemezhető.

Ha figyelembe vesszük azt, hogy ez a gáz a nátrium-propanoát elektrolízisekor keletkezik, akkor megsejthetjük, hogy a kérdéses vegyület a bután.

Az elektrolízis során az alábbi elektródfolyamatok mennek végbe:



Mivel a feladatban szereplő folyamat egy nem túlzottan egzotikus család (Kolbe-elektrolízis) egyik tagja, így több diák is csak leellenőrizte, hogy az általa jónak gondolt vegyületek teljesítik-e a feladatban szereplő feltételeket. Ez a fajta megoldásmenet azonban nem igazolja azt, hogy más vegyületek ne teljesítenék a feladatban megfogalmazott feltételeket.

(Ficsór István Dávid)

H441. A hígításkor a sósav és az ecetsavoldat koncentrációja is a felére csökken, az előbbiből származó protonok koncentrációja így

$$[\text{H}^+]_{\text{HCl}} = 0,5 \cdot 10^{-2} = 0,005 \text{ M}$$

Az új oldatban a releváns specieszek koncentrációja a következő:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5c - x$$

$$[\text{H}^+] = 0,005 \text{ M} + x$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = x$$

ahol c az ecetsav kiindulási koncentrációja, x az acetátionok koncentrációja a hígított oldatban. A pH ismeretében a $[H^+]$ kiszámítható:

$$[H^+] = 10^{-4,76} = 0,005 \text{ M} + x$$

ebből pedig következik, hogy $x = 1,187 \cdot 10^{-5}$.

Az ecetsav disszociációállandójával felírható az alábbi egyenlet:

$$10^{-pK_a} = [H^+][CH_3COO^-]/[CH_3COOH]$$

Behelyettesítve a korábbi kifejezéseket másodfokú egyenletet kapunk, melynek egyetlen ismeretlene a c kiindulási koncentráció, mely az a) esetén $6,87 \cdot 10^{-3}$ M, a b)-ben pedig $2,64 \cdot 10^{-5}$ M-nak adódik.

A kiindulási koncentrációk ismeretében az eredeti ecetsavoldatok pH-ja is meghatározható:

$$10^{-pK_a} = [H^+]_1[CH_3COO^-]_1/[CH_3COOH] = y^2/(c-y)$$

mivel az egyenlet egyetlen ismeretlene az y eredeti oldatban lévő acetát- illetve diklóracetátionok koncentrációja. y megegyezik a hidrogénionok mennyiségével is, így abból kiszámítható, hogy az ecetsavoldat kezdeti pH-ja 3,47, a diklórecetsavé 4,58.

Vegyünk azonban észre valamit. A pH-változás mértéke gyakorlatilag megfelel a sósav kétszeres hígításának. Ebből az következik, hogy tiszta vízzel is lényegében ugyanekkora pH-változás érhető el – a kiszámított pH-k tehát minimális értékek. Ezeknél nagyobb pH-jú oldatokkal ugyanúgy 2,3 lesz a kapott oldat pH-ja.

Többen elfelejtettek számolni az oldatok hígulásával, illetve azon is átsiklottak, hogy a kérdés az eredeti oldatok pH-jára vonatkozik. Hibátlan megoldások is érkeztek szép számmal.

(Varga Szilárd Bercel)

H442. A fejlődő gáz, kiindulva a NaOH adagolásából, hogy kénsavas gázmosóval lehet elnyeletni, ezért valószínűleg ammónia.

A fejlődő ammónia **A** és **B** esetén:

A só: $n(NH_3) = 0,2771 \text{ g} / 17,04 \text{ g/mol} = 16,26 \text{ mmol}$.

B só: $n(NH_3) = 0,0852 \text{ g} / 17,04 \text{ g/mol} = 5,000 \text{ mmol}$.

A fogyott NaOH mennyisége:

A: $n(\text{NaOH}) = (1,000 - 0,9643) \text{ g} / 40,00 \text{ g/mol} = 8,128 \text{ mmol}$.

B: $n(\text{NaOH}) = (1,000 - 0,6002) \text{ g} / 40,00 \text{ g/mol} = 9,995 \text{ mmol}$.

Mivel az első vegyület esetén $n(\text{NH}_3) > n(\text{NaOH})$, ezért az **A** vegyületben az ammónia legalább egy része komplex alkotóként van jelen.

Tételezzük fel, hogy minden NH_3 komplexben van kötve, ekkor a teljes NaOH a fém-hidroxid keletkezésére fordítódik.

A fém legyen Me^{x+} , ekkor $n(\text{Me}(\text{OH})_x) = 8,128/x \text{ mmol}$.

A fém-oxid képlete: $\text{MeO}_{x/2}$, ennek anyagmennyisége: $8,128/x \text{ mmol}$, tömege a feladat szerint $0,3236 \text{ g}$.

Így a moláris tömeg:

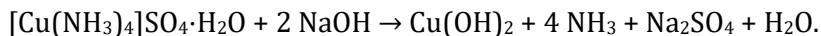
$$M(\text{MeO}_{x/2}) = M(\text{Me}) + x/2 \cdot 16 = 0,3236 / (8,128/x) \cdot 1000 \text{ (g/mol)}.$$

Innen $M(\text{Me}) = 31,81 \cdot x \text{ (g/mol)}$, ez $x = 2$ -re lesz közele a Cu azaz a réz moláris tömegéhez. Ez konzisztens a várakozásainkkal, hiszen a réznek a hidroxidja valóban csapadék $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Így $1 \text{ grammra } n(\mathbf{A}) = 4,064 \text{ mmol}$.

Ekkor **A** só moláris tömege: $M(\mathbf{A}) = 246,1 \text{ g/mol}$. Ammóniából $16,26/4,064 \approx 4$ ekvivalens van jelen, ez $4 \cdot 17 = 68 \text{ (g/mol)}$. Ez a jól ismert tetraammin-réz(II) komplex lesz, a maradék moláris tömeg $246,1 - (68 + 63,6) = 114,5$. Ez kb. megfelel $1-1$ ekvivalens szulfátnak és kristályvíznek. (A feladat szövege szerint mind a két só tartalmaz kristályvizet, illetve mivel a keletkező kénsavas oldatban csak egyféle anyag van, ezért az anion csak szulfát lehet.)

Így az **A** vegyület képlete: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Így a lezajlott reakció:



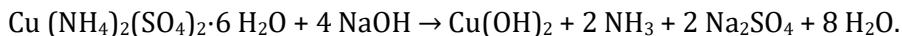
A **B** vegyület meghatározása így már sokkal könnyebb:

$$n(\mathbf{B}) = 0,1989 \text{ g} / (79,55 \text{ g/mol}) = 2,500 \text{ mmol}. \text{ Így } M(\mathbf{B}) = 400 \text{ g/mol}.$$

Ammóniából: $5 \text{ mmol} / 2,5 \text{ mmol} = 2$ ekvivalens van a vegyületben, valószínűleg nem komplexként, hanem ammóniumion formájában, mivel a fogyott nátrium-hidroxid 4-szeres ekvivalens, így két ammóniumion szükséges. Így a kristályvízre és szulfátra megmaradó moláris tömeg $400 - 2 \cdot 18 - 63,6 = 300,4$. Ez a töltések miatt csak a 2 ekvivalens szulfátnak és 6 ekvivalens kristályvíz mellett lehetséges.

Így végül **B** vegyület képlete: $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.

A lezajlott reakció:



A feladat alapvetően könnyűnek bizonyult, sok alapvetően jó megoldás született.

(Nemeskéri Dániel)

H443. a) A Lugol-oldattal végzett próba során keletkező sárga színű vegyület a jodoform. E reakció akkor játszódik le, ha a vizsgált anyag részecskéiben acetyl csoport, vagy azzá oxidálható funkciós csoport található. A reakció jodoform melletti társterméke egy karbonsav. Az utolsó lépésekben ennek a savnak a kalciumsója szerepel, továbbá ez a vegyület savas közegben szén-dioxidra oxidálható. Mivel a kalciumsó vízben rosszul oldódik, és csak erősen savas közegben oldható fel, így a keresett sav az oxálsav. Tejsav, illetve hangyasav a só oldhatósága, borkősav, valamint citromsav az ecetsavban való oldódás miatt nem jöhet szóba.

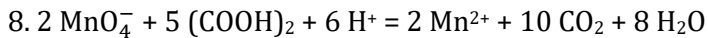
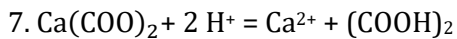
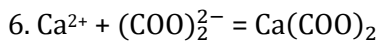
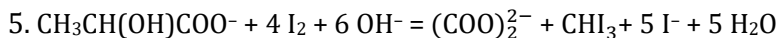
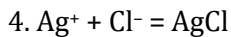
Ez a sav a jodoform reakció során piroszőlősavból vagy tejsavból, esetleg bután-2,3-diolból keletkezhet. Elméletileg propilén-glikolból is keletkezhetne oxálsav, azonban a primer hidroxilcsoport ilyen körülmények között nem oxidálódik karboxilcsoporttá.

Savas közegben kálium-nitrit hatására egy diazotálási reakció játszódik le, mely során primer aminokból – nitrogén fejlődése mellett – alkoholok keletkeznek. A megadott információk alapján az ismeretlen vegyület erősen savas kémhatást okoz, így az nem lehetett valamely alifás amin sója, hiszen azok gyenge savak. Felmerülhet azonban annak gondolata, hogy az ismeretlen vegyület egy aminosav, vagy annak valamilyen származéka.

Ezek alapján az oxálsav tejsavból keletkezett, míg az ismeretlen vegyület az alanin valamely sója. Mivel a vegyület ezüst-nitráttal fehér színű csapadékot képez, így az aminosav hidrogén-kloriddal képzett sója, az alaninium-klorid lehetett az ismeretlen vegyület.

b)

- $[\text{NH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}]^+ + \text{HS}^- = [\text{NH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COO}] + \text{H}_2\text{S}$
- $[\text{NH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}]^+ + \text{HCO}_3^- = [\text{NH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COO}] + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $[\text{NH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}]^+ + \text{HNO}_2 = \text{HOCH}(\text{CH}_3)\text{COOH} + \text{N}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$



A feladat nem bizonyult könnyűnek. Többen is megálltak valamely szerves sav (oxálsav, tejsav, piroszőlősav) ammóniával képzett sójánál. Ezek azért nem lehetnek megoldásai a feladatnak, mert az ammóniumion és a nitrition reakciójában csak melegítésre fejlődik gáz, továbbá ezek a vegyületek gyenge savak, így nem képesek szén-dioxidot fejleszteni az ammónium-karbonát vizes oldatából.

Az első két reakció során megfigyelt változások alapján egy erős bázis is lehetne az ismeretlen vegyület, azonban az nagy eséllyel festené a lángot.

A kísérleti tapasztalatokat a feladat szerzője igyekezett úgy megadni, hogy a megoldás (minél inkább) egyértelmű legyen. Sajnos a megadott információk alapján az ismeretlen vegyület anionja lehetne hidrogén-oxalátion is. Ebben az esetben azonban a kation beazonosítása problémákba ütközne, ugyanis ekkor a feladatban szereplő információk alapján nem tudnánk egyértelműen meghatározni a kationt. Ez a részlet kiküszöbölhető lett volna azzal, hogy ezüst-nitrát-oldat helyett salétromsavval megsavanyított ezüst-nitrát-oldattal végezzük az analízist, ugyanis a napfényen szürkülő ezüst-oxalát ilyen körülmények között nem válik le csapadékként, míg az ezüst-klorid igen.

A megadott információk alapján a feladatnak a 2-aminopropanoil-klorid is megoldása. Ez a vegyület vízzel heves reakcióba lép (hidrolizál), mely során szúrós szagú anyag keletkezése (HCl), továbbá a folyadék erős felmelegedése is megfigyelhető. A hidrolízis termékeinek reakciójában aluminium-klorid keletkezik. Ilyen módon az oldódás körülményeinek pontosabb feltüntetése, vagy az ismeretlen vegyület olvadáspontjának ismerete alapján tudnánk csak kizárni, vagy megerősíteni ezt az esetet.

Hibátlan megoldást küldött be Milovecz Fruzsina Panka, Elek János, Fekete Simon és Takách Máté.

(Ficsór István Dávid)

H444. a) Az ammóniaszintézis egyenlete: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$. A megadott standard adatokból:

$$\Delta_r H^\circ = 2 \cdot (-46,2 \text{ kJ/mol}) = -92,4 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r S^\circ = 2 \cdot 192,7 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} - 191,6 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} - 3 \cdot 130,7 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} = -198,3 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}.$$

Így amikor $K_p = 1$, akkor $\Delta_r G^\circ = -RT \cdot \ln K_p = 0$. Azaz $\Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ = 0$, és $T = \Delta_r H^\circ / \Delta_r S^\circ = (92,4 \cdot 1000) / 198,3 \text{ K} \approx 466 \text{ K}$;

tehát kb. 466 K hőmérsékleten lesz ekkora a K_p értéke.

b) 300 °C hőmérséklet kb. 573,2 K-nek felel meg. Állandó hőkapacitást feltételezve, hőkapacitás-változás a reakcióra:

$$\Delta C_p = 2 \cdot 35,1 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} - 29,1 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} - 3 \cdot 28,8 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} = -45,3 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}.$$

Így a reakcióentalpia-változás hőmérséklet függése:

$$\Delta_r H^\circ(T) = \Delta_r H^\circ(298 \text{ K}) + \Delta C_p \cdot (T - 298 \text{ K}).$$

A reakcióentrópia-változás hőmérséklet függése:

$$\Delta_r S^\circ(T) = \Delta_r S^\circ(298 \text{ K}) + \Delta C_p \cdot \ln(T/298 \text{ K}).$$

Adott hőmérsékleten:

$$\Delta_r H(573,15 \text{ K}) = -92,4 \text{ kJ/mol} - 45,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \cdot (573,15 \text{ K} - 298 \text{ K}) \approx -104,86 \text{ kJ/mol}.$$

$$\Delta_r S^\circ(573,15 \text{ K}) \approx -227,93 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

Ezekkel pedig adódik, hogy: $\Delta_r G = 25,773 \text{ J/mol}$, innen pedig $K_p = 4,48 \cdot 10^{-3}$.

c) A reakció szerint (lásd a) feladatrész) 1 mol N_2 -hez 3 mol H_2 sztöchiometrikus mennyiség szükséges.

Ha a nitrogén 90%-a reagál: $n(\text{N}_2, \text{ reagált}) = 0,90 \text{ mol}$. Ehhez a szükséges hidrogén: $n(\text{H}_2, \text{ min}) = 3 \cdot 0,90 = 2,70 \text{ mol}$. Ez tehát a minimális hidrogénmennyiség.

d) Előbbieket szerint 300 °C - on $K_p = 4,48 \cdot 10^{-3}$, írjuk fel egyensúlyban móltörttel K_p -t (kihasználjuk hogy sztöchiometrikus a kiindulási arány).

$$x(\text{H}_2) = (3 - 3c)/(4 - 2c), \quad x(\text{N}_2) = (1 - c)/(4 - 2c),$$

$$x(\text{NH}_3) = (2c)/(4 - 2c).$$

Így:

$$K_p = \frac{\left(\frac{p_{\text{NH}_2}}{p^\circ}\right)^2}{\left(\frac{p_{\text{H}_2}}{p^\circ}\right)^3 \cdot \frac{p_{\text{N}_2}}{p^\circ}} = \frac{\left(\frac{2c}{4-2c} \cdot \frac{p}{p^\circ}\right)^2}{\left(\frac{3-3c}{4-2c} \cdot \frac{p}{p^\circ}\right)^3 \cdot \frac{1-c}{4-2c} \cdot \frac{p}{p^\circ}};$$

$p^\circ = 1 \text{ bar}; p = 150 \text{ bar}$

beírva a standard és a jelenlegi nyomásértéket:

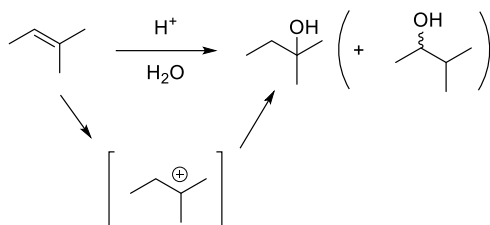
$$K_p = 4.5 \cdot 10^{-3} = \frac{(2c)^2 \cdot (4-2c)^2}{(3-3c)^3 \cdot (1-c) \cdot 150^2}$$

$c = 0,733$, azaz kb. 73,3%-os a kitermelés.

A feladat könnyűnek bizonyult, de mint általában a fizikai kémiai feladatokban, sok kisebb hiba, figyelmetlenség, pontatlanság volt.

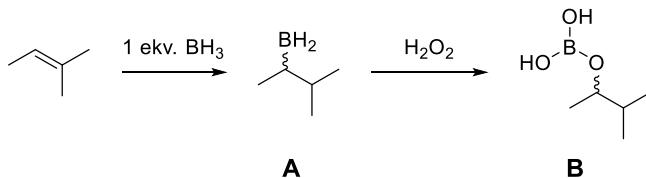
(Nemeskéri Dániel)

H445. a) A 2-metilbut-2-én (savkatalizált) vízáddíciójának termékei:



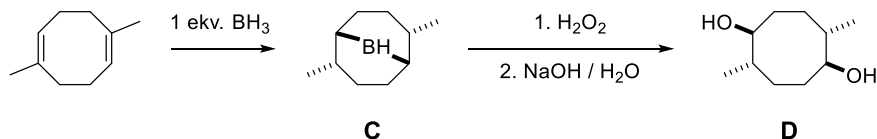
Természetesen a stabilabb, tercier karbokation képződik leginkább a kettős kötés protonálódásakor, amiből a tercier alkohol fog végül kialakulni (követve a Markovnyikov-szabályt). A melléktermék királis, de itt csak racém módon keletkezik.

b) A borán addíciója anti-Markovnyikov-terméket eredményez (Brown-féle hidroborálás), „mezei” változata természetesen racém módon. **A** és **B** vegyületek szerkezeti képlete a reakcióegyenlettel:

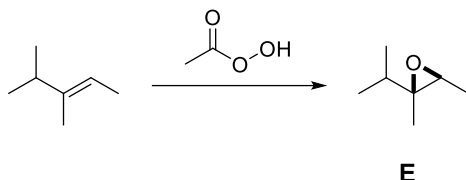


Bár a feladat nem írja ki, bórsav-monoészter csak akkor keletkezhet, ha egy ekvivalens boránt használtunk és csak egyszeres az addíció is.

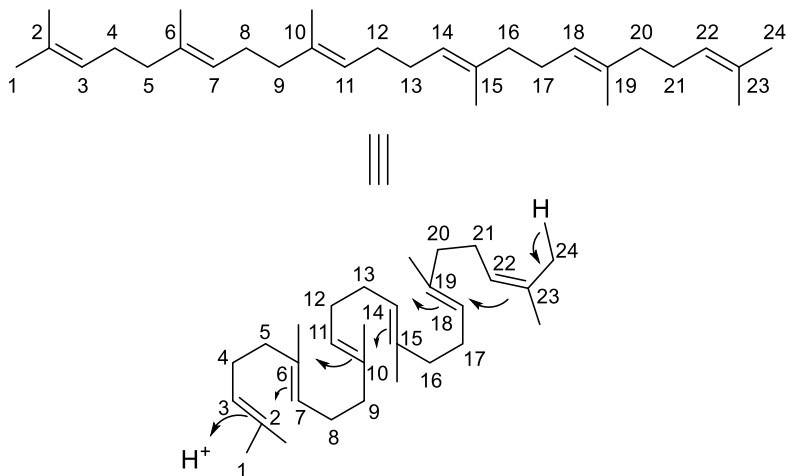
c) Ekvivalens borán addíciójakor 1,5-dimetil-ciklookta-1,5-diénnre áthidalt gyűrűs alkil-borán keletkezik, amelynek oxidációjakor racém módon, de a diol terméknek egy (szintén) pontosan meghatározott diasztereomere keletkezik.

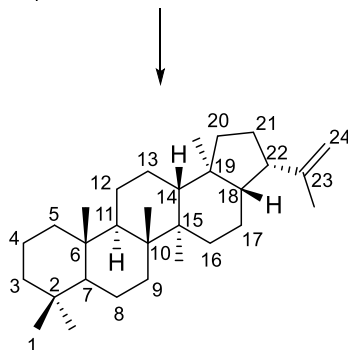


d) Az alkének persavakkal való reakciója szintén sztereospecifikus, epoxidok képződnek, mégpedig szin-addíció termékeként (Prilezhaev-reakció), egyszerű esetben persze racém formában.



e) A hopén keletkezése szkvalénból:





Mivel a szkvalén kicsit „palindrom” szerkezetű, ha fogalmazhatunk így, mindkét irányból elfogadtuk a számozást.

A feladat könnyűnek bizonyult, sokan küldtek jó megoldást, leggyakoribb hiba az ekvivalensek eltévesztése volt. Ugyanakkor kérünk titeket, hogy ne feledkezzetek el a szerves kémiai szintézisekben oly fontos sztereokémiáról és annak feltüntetéséről, főleg, ha a tárgyalt reakciónak van bármilyen sztereoselektivitása.

(Szobota András)

H446. a) Az ábrán egy ún. mag–héj típusú részecskét (angolul: core-shell particle, jelölése: $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{Fe}$) látunk egy vékony köztes réteggel. Az előállítás során egy redukációs zóna halad a felszíntől befelé, mert a magnetit-részecske a felületén keresztül érintkezik a redukálószerrel. A mag (kiindulási anyag) és a héj (reakciótermék) között lévő 10 nm-es réteg a reakció köztitermékét/(-termékeit) tartalmazza. A kiindulási anyagban a Fe +2-es és +3-as oxidációs számmal vegyesen fordul elő, az átlagérték +8/3. A köztitermékben ennek csökkennie kell, így a megadott vas-oxidok és -hidroxidok egy kivétellel nem jönnek számításba, mert azokban a vas oxidációs száma pontosan +3. Az egyetlen lehetőség a FeO, +2-es oxidációs számmal.

Ha a feladatot a sűrűségadatok elemzésével próbáljuk megoldani, ellentmondásra jutunk. Tudjuk, hogy a redukció során a magnetit-részecske oxigénatomokat veszít, vagyis össztömege csökken, miközben teljes vastartalma (és a feladat megfogalmazása szerint a térfogata is!) állandó marad. Mivel a külső Fe-héj sűrűsége jóval nagyobb a kiindulási magne-

tit sűrűségénél, a köztés réteg sűrűségének a magnetiténél jóval kisebbnek kellene lennie, amennyiben a méret nem csökken. Ilyen sűrűséggel a megadottak közül a két vas-hidroxid rendelkezik, nekik azonban az oxidációs számuk nem stimmel. Így gyanakodhatunk, hogy a részecske mégsem tarthatja meg az eredeti térfogatát. Másik magyarázat az lehet, hogy a tömbfázisbeli sűrűségek nem használhatók.

b) Ha mindezek ellenére kihasználjuk a feladat szerzőinek a térfogat állandóságára vonatkozó „nagyvonalú” állítását, nagyban egyszerűsíthetjük a megoldás menetét, és az egyes rétegek figyelembevétele nélkül kaphatunk egy közelítő eredményt. (Bevallom, én magam ezt az utat követtem volna, viszont a feladat szerzői nem erre gondoltak.) Később majd megvizsgáljuk, hogy ezzel a közelítéssel kapott érték mennyire tér el.

A 10 g vasból keletkezik $(10 \text{ g} \cdot 232 \text{ g/mol}) / (3 \cdot 56 \text{ g/mol}) = 13,8 \text{ g}$ magnetit, melynek ösztérfogata $13,8 \text{ g} / 5,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 2,76 \text{ cm}^3$

A 100 nm sugarú gömb térfogata $V_{100} = 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot (10^{-5} \text{ cm})^3 = 4,20 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$, felszíne $A_{100} = 4 \cdot 3,14 \cdot (10^{-5} \text{ cm})^2 = 1,26 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2$

A részecskék közelítő darabszáma a fenti térfogatok arányából adódik: $N \sim 2,76 \text{ cm}^3 / 4,20 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3 = 6,57 \cdot 10^{14}$, a teljes felszín pedig $A \sim N \cdot A_{100} = 6,57 \cdot 10^{14} \cdot 1,26 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2 = 8,28 \cdot 10^5 \text{ cm}^2 = 82,8 \text{ m}^2$ lenne a térfogat állandóságát feltételezve.

A hivatalos megoldás, ha nem élünk a közelítéssel és mindhárom réteget figyelembe vesszük, akkor az egyes rétegek térfogatára, tömegére, majd pedig a bennük lévő vas mólszámára (n_{Fe}) lesz szükségünk. Az egyes rétegek térfogata: $V_{\text{magnetit}} = V_{50}$, $V_{\text{FeO}} = V_{60} - V_{50}$, ill. $V_{\text{Fe}} = V_{100} - V_{60}$, ahol V_{50} , V_{60} és V_{100} rendre az 50 nm, 60 nm és 100 nm sugarú gömbök térfogatát jelenti. A magnetit esetében $n_{\text{Fe}} = 3 \cdot m / M_{\text{magnetit}}$, míg FeO és Fe esetében $n_{\text{Fe}} = m / M$

A részeredmények táblázatos formában:

		V	m	n_{Fe}
Fe₃O₄	V_{100}	$4,20 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$	$20,9 \cdot 10^{-15} \text{ g}$	$0,270 \cdot 10^{-15} \text{ mol}$
Fe₃O₄	V_{50}	$0,525 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$	$2,63 \cdot 10^{-15} \text{ g}$	$0,034 \cdot 10^{-15} \text{ mol}$
FeO	$V_{60} - V_{50}$	$0,382 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$	$2,18 \cdot 10^{-15} \text{ g}$	$0,030 \cdot 10^{-15} \text{ mol}$
Fe	$V_{100} - V_{60}$	$3,293 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$	$26,0 \cdot 10^{-15} \text{ g}$	$0,465 \cdot 10^{-15} \text{ mol}$

Egy részecske, vagyis a három réteg összesen $0,529 \cdot 10^{-15}$ mol vasat tartalmaz, melynek tömege $0,529 \cdot 10^{-15} \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 29,6 \cdot 10^{-15} \text{ g}$. A részecskék darabszáma a tömegek arányából adódik: $N = 10 \text{ g} / 29,6 \cdot 10^{-15} \text{ g} = 3,38 \cdot 10^{14}$

A 10 g vasat tartalmazó összes részecske teljes felszíne: $A_{\text{tot}} = N \cdot A_{100} = 3,38 \cdot 10^{14} \cdot 1,26 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2 = 4,26 \cdot 10^5 \text{ cm}^2 = 42,6 \text{ m}^2$

A közelítéssel durván kétszer ennyi részecskét és kétszeres felszínt kapunk: $N_{\sim} \approx 2 \cdot N$ és $A_{\sim} \approx 2 \cdot A_{\text{tot}}$. Az is látszik, hogy a vas mólszáma már önmagában a külső Fe-héjban jóval meghaladja azt a vastartalmat, ami egy 100 nm sugarú magnetitgömbben lenne. Vagyis az eredeti magnetitrészecske méretének nagyobbak kell lennie 100 nm-nél.

c) Mindezek után a felszínek összehasonlítása már igen egyszerű. A durvaszemcsés katalizátorban egy „vaskocka” térfogata $V_{\text{Fe}} = 10 \text{ g} / 7,9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1,266 \text{ cm}^3$, élhossza $a = (V_{\text{Fe}})^{1/3} = 1,08 \text{ cm}$. Ebből a „vaskocka” felszíne $A_{\text{Fe}} = 6 \cdot a^2 = 7,02 \text{ cm}^2$.

A reakciósebességek aránya: $v_{\text{NP}}/v_{\text{Fe}} = A_{\text{tot}}/A_{\text{Fe}} = 4,26 \cdot 10^5 \text{ cm}^2 / 7,02 \text{ cm}^2 = 6,07 \cdot 10^4$. Tehát kb. hatvanezerszer gyorsabb az ammóniaszintézis, ha 100 nm-es vasszemcséket használunk katalizátorként.

(A „közelítő” számítással, amikor az eredeti magnetitrészecske sugarát (is) 100 nm-esnek vesszük, kétszer annyi részecskét és emiatt kétszer ekkora sebességet kapunk.)

Tanulságos diszkutálni kicsit a feladatot és utána számolni pár dolognak, melyek nem szerepeltek a kérdések között:

A három réteg mennyiségét összevetve meglepődhetünk, hogy bár a három anyag rétegvastagsága hasonló, térfogat- ill. mólarányát tekintve a külső réteg, vagyis az elemi vas dominál. A nanorészecske összetételére nézve 78,5 térfogatszázaléka elemi Fe, a teljes vastartalomnak pedig 88 mól%-a redukálódott elemi vassá. Tehát a magnetitrészecske redukciója tulajdonképpen igen jó hatásfokkal végbement.

Másik kérdés az eredeti magnetitrészecske mérete. Vagyis annak megvizsgálása, hogy mennyire helytálló a feladat szerzőinek állítása, miszerint „a redukció során a katalizátorszemcse gyakorlatilag megtartja az eredeti térfogatát”.

A részletes megoldás során kapott $5,29 \cdot 10^{-16}$ mol Fe/nanorészecske adatot felhasználva a kiindulási magnetitrészecske térfogatára $V_{\text{oxidált}} = (5,29 \cdot 10^{-16} \text{ mol} \cdot 232 \text{ g/mol}) / (3 \cdot 5,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}) = 8,17 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$, sugarára

125 nm adódik. Vagyis térfogata KÉTSZERESE (1,95-szorosa) a 100 nm sugarú részecske térfogatának. Ezt állandónak nevezni igen félrevezető! A katalizátorszemcsék az előállításuk során jelentősen zsugorodnak. Állandóságon legfeljebb nagyságrendi állandóságot lehet érteni, hogy pl. nem megy végbe a részecskék összeolvadása vagy aprózódása. A feladatban pontosabb lett volna olyasmi megfogalmazás, hogy „a méretváltozás a gyakorlati alkalmazás szempontjából nem számottevő”.

Összegzésképpen elmondhatjuk, hogy akkor jártunk volna a legjobban, ha az egész 100 nm-es katalizátorszemcsét gyakorlatilag tiszta vasnak tekintjük. Így 10% körüli eltéréssel megkapjuk ugyanazt a darabszámot, miközben a számítás nagyban egyszerűsödik:

$$N = 10 \text{ g} / (4,20 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3 \cdot 7,9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}) = 3,01 \cdot 10^{14}$$

Tehát a megadott geometria mellett valójában nem követnénk el nagy hibát, ha elhanyagoljuk a mag és a köztes réteg eltérő összetételét! Ezt átlátni azonban inkább csak utólag lehet, a feladat elolvasásakor egyáltalán nem szembeötlő.

A feladat megfogalmazásában rejlő ellentmondásra senki sem mutatott rá. A megoldás során az „egyszerűsítés” lehetőségével Zólomy Csanád élt, a többiek a „munkaigényesebb” utat követték. A feladat nem bizonyult nehéznek, a beküldők kétharmada maximális pontot ért el. A megoldás elve ill. a mértékváltások mindenkinél helyesek voltak. Pontvesztéssel járt, ha az a) részben a választás indoklása hiányzott vagy pedig a b) részben a nanorészecskék darabszámának számításakor a FeO- és Fe₃O₄-rétegek vastartalma rosszul lett figyelembe véve. Utóbbi hiba ugyan csak 10% körüli eltérést eredményez, de ez csupán a külső vasréteg nagy térfogatarányának köszönhető. Egy-egy esetben, feltételezem sietség miatt, a négyzetméter és köbméter mértékegységek kitevői felcserélődtek. Arra szerencsére szinte mindenki ügyelt, hogy az eredményeket értelmetlen sok (jelen esetben háromnál több) számjegy pontossággal megadni vagy kiszámolni, ha a feladat adatai csak két értékes jegyre ismertek.

(Horváth Judit)

H447. a) A problémát érdemes lehet **B** vegyület összetételének meghatározásával kezdeni. A megadott C₃-forgástengely alapján a legegyszerűbb megoldás PX₃ alakban írható fel (trigonális piramis).

$$M(\mathbf{X}) = \frac{\frac{30,97 \text{ g/mol}}{0,1181} - 30,97 \text{ g/mol}}{3} = 77,09 \text{ g/mol}$$

Ez megfelel a fenilcsoport moláris tömegének, **B** tehát a trifenilfoszfin (PPh₃). Amennyiben feltételezzük, hogy **C** vegyület egymagvú és 1 mol **A** *n* mol PPh₃-mal reagál (sztöchiometrikus arányban kevertük össze), **M** moláris tömegét kifejezhetjük:

$$M(\mathbf{M}) = \frac{m(\mathbf{M})}{n(\text{PPh}_3) \frac{1}{n}} = \frac{0,3909 \cdot 2,00 \text{ g}}{\frac{7,96 \text{ g}}{n \cdot 262,24 \text{ g/mol}}} = n \cdot 25,76 \text{ g/mol}$$

A reakcióegyenlet együtthatóinak számából következik: $n < 5$. **M** fém moláris tömegére csak $n = 4$ esetén adódik 5. periódusbeli fém, mégpedig a ródiom. Így **M**: Rh.

A vegyület összegképletének meghatározásához feltesszük, hogy **A** szintén egymagvú, valamint a vizen kívül csak egyféle ligandumot, Y-t tartalmaz (*m*-szer). Ekkor Y moláris tömegére következik:

$$M(\mathbf{Y}) = \frac{\frac{102,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,3909} - 102,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 3 \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{m} = \frac{106,34 \text{ g}}{m \text{ mol}}$$

Ebből $m=3$ esetén $M(\mathbf{Y}) = 35,45 \text{ g/mol}$, vagyis Y a kloridion.

A összegképlete tehát: [Rh^{III}Cl₃(H₂O)₃].

C meghatározásánál észrevesszük, hogy **B**-ből nem épült be a teljes mennyiség az új komplexbe (a ruténium azonban igen, a termelést figyelembe véve), ekkor **C** moláris tömegére:

$$M(\mathbf{C}) = \frac{m(\mathbf{C})}{n(\text{Rh})} = \frac{6,18 \text{ g}}{0,88 \cdot \frac{0,3909 \cdot 2,00 \text{ g}}{102,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}} = 924,33 \text{ g/mol}$$

Amennyiben 4 helyett csak 3 mol PPh₃ koordinál 1 mol Rh-atom köré:

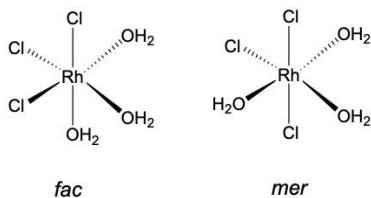
$$M(\mathbf{C}) = 102,9 \text{ g/mol} + 3 \cdot 262,24 \text{ g/mol} + 34,71 \text{ g/mol}.$$

Tehát látható, hogy (kisebb kerekítési hibával) 1 mol klorid épült még a komplexbe. Így **C**: [Rh^ICl(PPh₃)₃] (Wilkinson-katalizátor).

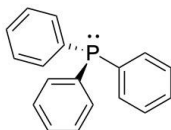
b) C összegképletéből következik (mivel semleges speciesz), hogy a szintézise során nemcsak ligandum-metatézis, hanem redoxreakció is lezajlott. Kézenfekvő partner a trifenilfoszfin, amely vegyület készséggel oxidálódik trifenilfoszfin-oxiddá ($O=PPh_3$). Így a reakció egyenlete (amely igazolja az előző számításokból fakadó $n=4$ értéket):



A szerkezete a 6-os koordinációs számnak megfelelően oktaéder formában írható le, azonban 3-3 egyforma ligandum esetén kétféle konfigurációs izomer is elképzelhető: a *fac*-izomerben mindhárom azonos ligandum egy lapon helyezkedik el, míg a *mer*-izomerben két átellenes csúcs (és egy harmadik tetszőleges pozícióban) vannak.



B szerkezete trigonális piramis (az ammóniával, foszfinnal analóg).



A feladat nem jelentett kirívó nehézséget a beküldőknek, hárman adtak be tökéletes megoldást és a többieknél is csak figyelmetlenségből fakadó hibák voltak, de a három vegyület összegképletét mindenki kitalálta.

(Viczkó Csaba)

H448. a) Az oxidáció során történő gázfejlődés (nitrogén-dioxid), majd a fehér báriumcsapadék szulfidok jelenlétére utal, amelyeket szulfát formájában választottunk le.

$$n(\text{NO}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \text{ kPa} \cdot 1,65 \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273,15 \text{ K}} = 73,62 \text{ mmol}$$

$$n(\text{S}) = 2 \cdot n(\text{BaSO}_4) = 2 \cdot \frac{0,929 \text{ g}}{233,36 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 7,96 \text{ mmol}$$

Mivel a fejlődő NO_2 anyagmennyisége nem egész számú többszöröse a jelenlevő kénnek, feltételezhető, hogy más is oxidálódott az oldás során. Az oldat másik feléből képződő mélykék ammóniakomplex Cu^{2+} vagy Ni^{2+} jelenlétére utal. A másik ismeretlen fémkation a lúgos közegben képzett barna csapadék, valamint lúgos bromáttal oxidálás után báriummal adott vörös csapadék alapján a vas lehet, amelyet ferrát (VI)-tá oxidáltunk. Ellenőrzésképpen a kálium-ferrát (K_2FeO_4) 32,3 w%, míg a bárium-ferrát 24,9 w% oxigént tartalmaz, így jó közelítéssel megfeleltethető **D**-nek és **E**-nek.

$$n(\text{Fe}) = 2 \cdot n(\text{BaFeO}_4) = 2 \cdot \frac{0,256 \text{ g}}{257,15 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,99 \text{ mmol}$$

Így tehát 1,00 g ásványban volt:

$$m(\text{S}) = 7,96 \text{ mmol} \cdot 32,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,2552 \text{ g kén valamint}$$

$$m(\text{Fe}) = 1,99 \text{ mmol} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,1111 \text{ g vas.}$$

A maradék fémion (amely az ammóniakomplexet képezte) tömege:

$$m(\text{Me}) = 0,6337 \text{ g} \rightarrow n(\text{Ni}) = 10,80 \text{ mmol ill. } n(\text{Cu}) = 9,97 \text{ mmol.}$$

Ekkor, ha a vas mellett csupán réz van az ásványban, az alábbi arányok adódnak:

$$n(\text{Fe}) : n(\text{Cu}) : n(\text{S}) = 1:5:4$$

Tehát az ásvány tapasztalati képlete: **FeCu₅S₄**, vagyis a bornit.

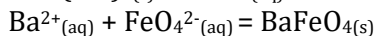
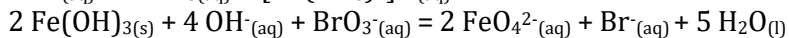
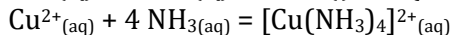
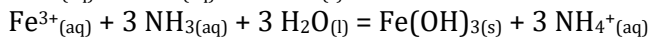
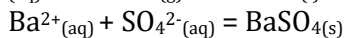
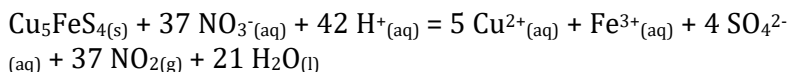
Ellenőrzésképpen: a b) pontban kért egyenlet alapján 1 mol bornitból 37 mol NO_2 fejlődik.

$$n(\text{NO}_2) = 37 \cdot \frac{1,00 \text{ g}}{504,54 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 73,33 \text{ mmol}$$

A reakció sorban képződött vegyületek képletei tehát:

A: NO₂, **B:** BaSO₄, **C:** Fe(OH)₃, **D:** K₂FeO₄, **E:** BaFeO₄

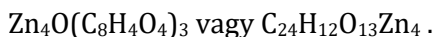
b) A lejátszódó reakciók egyenletei:



A feladat az utolsó fordulóra is kitartó beküldőknek nem jelentett leküzdhetetlen akadályt, az a) részre mindenki maximális pontszámot kapott, míg az átlag 9,58 pont lett.

(Viczkó Csaba)

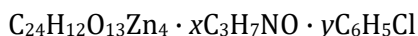
H449. a) A MOF-5 szerkezete: a Zn₄O csomópontok a kocka csúcaiban, a BDC linkerek pedig az élein helyezkednek el. Egy elemi kockának nyolc csúcsa és tizenkét éle van, és minden csúcs nyolc, minden él négy szomszédos cellához tartozik, ezért egy cellára $8 \cdot 1/8 = 1$ csomópont és $12 \cdot 1/4 = 3$ linker jut. Ugyanerre az 1 : 3 arányra jutunk akkor is, ha abból indulunk ki, hogy minden csomópontozat hat linker kapcsolódik, de minden linker két csomópontot köt össze, így egy csomópontozatra $6/2 = 3$ linker jut. A tapasztalati képlet ezért:



b) A képződés során a cink-nitrát adja a fémiont, a H₂BDC a szerves linkert, a hozzáadott víz pedig a Zn₄O-klaszter központi oxigénjét. A trietilamin a dikarbonsavat deprotonálja, így trietil-ammónium-nitrát só formájában távozik a rendszerből, a nitrátió nem változik. A rendezett reakcióegyenlet:



c) A kiszűrt, még aktiválatlan kristályok az aktivált MOF-5 vázán kívül a pórusokban visszamaradt oldószermolekulákat is tartalmaznak. A 7,64 tömegszázaléknyi nitrogén kizárólag a DMF-ből (C₃H₇NO) származik, a tömegspektrumban kimutatott klórbenzol (C₆H₅Cl) pedig szintén beépül a pórusokba. Az aktiválatlan anyag összetétele ennél fogva:

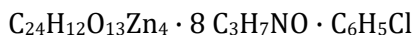


alakú, ahol x a DMF, y pedig a klórbenzol molekulák darabszáma. A nitrogén- és a széntartalomból egy-egy egyenlet írható fel (az aktivált váz moláris tömege 769,9 g/mol, a DMF-é 73,09 g/mol, a klórbenzolé 112,56 g/mol):

$$14,01 x / (769,9 + 73,09x + 112,56y) = 0,0764$$

$$\text{és } 24 \cdot 12,01 / (769,9 + 73,09x + 112,56y) = 0,4421.$$

Az egyenletrendszer megoldása $x = 8$ és $y = 1$; ez a hidrogéntartalommal is összhangban van. Az aktiválás előtti kristályok összetétele tehát



d) Egy elemi cella egyetlen $\text{Zn}_4\text{O}(\text{BDC})_3$ egységnek felel meg, amelynek moláris tömege 769,9 g/mol. Egy cella tömege így

$$m = M / N_A = 769,9 \text{ g/mol} / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,28 \cdot 10^{-21} \text{ g}$$

A 2900 m² / g fajlagos felület, így az egy cellára jutó aktív felületet:

$$S_{\text{cella}} = 2900 \text{ m}^2 / \text{g} \cdot 1,28 \cdot 10^{-21} \text{ g} = 3,7 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2 \approx 3,7 \text{ nm}^2.$$

Egy kockára tehát körülbelül 3,7 nm² aktív felület jut.

e) Az elemi cella térfogata a klaszter-középpontok 1,294 nm-es távolságából (1,294 nm)³ = 2,167 · 10⁻²¹ cm³, így a MOF-5 sűrűsége:

$$\rho = m / V = 1,28 \cdot 10^{-21} \text{ g} / 2,167 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3 \approx 0,59 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

Ezért 10 g anyag térfogata 10 g / 0,59 g · cm⁻³ ≈ 16,95 cm³. Ugyanekkora térfogatban 20 bar nyomáson és 298 K hőmérsékleten az ideális hidrogéngáz tömege:

$$m = MpV / (RT) =$$

$$(2 \text{ g} / \text{mol} \cdot 20 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 16,95 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3) / (8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}) \approx 0,027 \text{ g}.$$

A MOF-5 ugyanabban a térfogatban 10 g · 0,010 = 0,10 g hidrogént vesz fel, vagyis a felvett mennyiség és az azonos állapotú ideális gáz mennyiségének hányadosa: 0,10 g / 0,027 g ≈ 3,7.

A MOF-5 tehát körülbelül 3,7-szer annyi hidrogént tárol, mint amennyi ideális gázként ugyanakkora térfogatban, azonos nyomáson és hőmérsékleten elférne.

A feladatra több helyes megoldás érkezett.

(Nemeskéri Dániel)

H450. a) Mivel létezik egyetlen vágás, amely az A molekulát két azonos félre hasítja, a molekula felírható dimerként: $A = (A')_2$. A szimmetriatengely nem egy atomon, hanem a központi kötés felezőpontján megy át, így A' összegképlete $C_{x/2}H_{y/2}O_{z/2}$. Az indexek csak egész számok lehetnek, ezért x , y és z mindegyike páros.

Minden vágás pontosan egy kötést bont, ezért A-ban a kötések száma 123. A szén négy, az oxigén két, a hidrogén egy vegyértékű, és minden kötésben két atom vesz részt, így a vegyértékek összege:

$$4x + y + 2z = 246.$$

A hidrogén- és oxigénatomok számát a párosság miatt legfeljebb kettőre csökkentve ($y = z = 2$) a szénatomok számára $x = 61$ adódna, ami azonban páratlan. A legközelebbi megengedett érték $x = 60$, tehát a szénatomok száma valóban nem haladhatja meg a 60-at: ha $x > 60$ volna, a párosság miatt $x \geq 62$, és ekkor $4x + y + 2z \geq 248 > 246$ ami ellentmondás. Így $x \leq 60$ igazolható.

Ugyanezt a homológ sorok segítségével is levezethetjük: az alkánok (C_nH_{2n+2}) kötésszáma $3n + 1$, az alkéneké $3n$, az alkineké/diénéké $3n - 1$, míg minden oxigén (telített alkoholban vagy éterben) eggyel növeli a kötések számát. A fokok összege a kötések számának kétszerese, ami szintén a $4x + y + 2z = 246$ egyenlethez vezet.

b) (i) Pontosán két vágással A nem hasítható két azonos félre. A két központi kötés eltávolítása után a két azonos darab összesen $123 - 2 = 121$ kötést tartalmazna, ez azonban páratlan szám, így a két fél között nem osztható el egyenlően. Ugyanezt mutatja, hogy két él törlése után a félgráf élszáma $(123 + 2)/2 = 62,5$ lenne, ami nem egész szám. Tehát ez az eset lehetetlen.

(ii) Pontosán három vágással már lehetséges, ha a molekula közepén egy hármas kötés áll. Ekkor $4x + 2x + 2 - 4 + 2z = 246$, azaz $3x + z = 124$. Például $z = 4$ esetén $x = 40$, így egy lehetséges összegképlet $C_{40}H_{78}O_4$, amely pl. a $HO-(CH_2)_{18}-CH(OH)-C\equiv C-CH(OH)-(CH_2)_{18}-OH$ szerkezettel lehetséges.

c) Az egész atomtömegekkel felírt egyenlet tehát $12x + y + 16z = 594$, így a következő egyenletrendszeret kapjuk:

$$\begin{aligned} 4x + y + 2z &= 246 \\ 12x + y + 16z &= 594 \end{aligned}$$

A z kiküszöbölésével $y = (1374 - 20x) / 7$. Telített szénláncra a hidrogénatomok száma legfeljebb $2x + 2$ lehet ($y \leq 2x + 2$); ezt az előző összefüggésbe írva $x \geq 40$ adódik.

Az x -et z -vel kifejezve $x = (348 - 14z) / 8$, amit ugyanabba az egyenlőtlenségbe helyettesítve $z \leq 2$ következik. Mivel az a) részben láttuk, hogy z páros természetes szám, csak $z = 2$ lehetséges. Innen $x = 40$ és $y = 82$.

Az A molekula összegképlete ezért $C_{40}H_{82}O_2$.

A feladat nehéznek bizonyult, kiemelkedő megoldást küldött be Elek János és Fekete Simon.

(Nemeskéri Dániel)

KERESD BENNE A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Véget ért a 2025/2026-os tanév *Keresd benne a kémiát!* versenye. Örülök, hogy idén a legtöbb nevező lendülete végig megmaradt, sokan küldték be mind a négy fordulót. A mezőny nyertese a *Keresd*-ben már rutinos Kiss-Husza Iván, a Soproni Széchenyi István Gimnázium 11. osztályos tanulója (tanára: Nagy Anna) lett, aki a négy fordulóban összesen elérhető 120 pontból összesen 115-öt szerzett meg. 111 ponttal a második helyet érte el Németh Kolos. 109 ponttal harmadik helyezett lett Németh Ábel. Nem sokkal maradt le, 104,5-104,5 ponttal megosztott negyedik lett Horváth Márton és Kovács Milán Tamás, illetve egyaránt 103,5 ponttal az ötödik helyen végzett Nemesi Bence Miklós és Vámi Ármin. Végül 100 pontnál többet gyűjtött (101-et) Parma Abigél is. Mindannyiuknak gratulálok!

A mesterséges intelligencia nagy kihívások elé állítja a rovatot, a feladatok megoldása lényegesen kevesebb töprengést igényel. A versenyzők szorgalmán túl talán ennek is köszönhető a sok szép eredmény. Kérem, akinek jó feladatötlete van – akár tanár, akár diák, akár más szimpatizáns – írja meg a keglevich@fazekas.hu címre!

*

A 2026/1. és 2. számban kitűzött feladatok megoldása

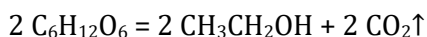
7. idézet: Szophoklész, kentaurvér, gyapjú

Az ógörög mitológiából ismert Nesszosz (egy kentaur) és vére, amit égető és mérgező tulajdonság jellemzett. A vele átítatott köntös okozta Héraklész halálát. A napsütéstől meggyulladt és elviselhetetlen kínokat okozott Héraklésznek. Nesszosz véréét modellezhetjük tömény kénsav és

kálium-permanganát keverékével (mindkét anyag ismert lehetett az ókori görög poliszokban), amely igen erős oxidálószer, sűrűn folyik, vörösvörös színe van, a gyapjú már viszonylag alacsony hőmérsékleten is meggyullad benne, és a reakciót buborékképződés kíséri. Persze a valóságban aligha léteztek kentaurok, még kevésbé valószínű, hogy bármely élőlény vére kénsav és kálium-permanganát elegye lenne, ám a Szophoklész drámájában leírtak ilyen értelemben alapulhattak a valóságban megfigyelt jelenségeken.

A tömény kénsav és kálium-permanganát reakciójában **mangán-heptaoxid (Mn₂O₇)** keletkezik, amit a szerves kémiai tankönyvek is meg szoktak említeni, és robbanásveszélyességéről is rendszeresen megemlékeznek. (Bővebben lásd *Lente Gábor: Vízilónaptej és más történetek kémiából. Bp., 2017. 81–84.*) Az emberi vér a hemoglobinnak köszönheti vörös színét, amely az artériás és vénás vérben is vas(II)iont tartalmaz kötve. (Sohasem vas(III)iont!) A feladatot megoldók számos egyéb vörös színű anyagot is megneveztek: ilyen pl. a szilárd réz (Cu), a vas(III)-oxid (Fe₂O₃), a vas(III)-rodanid (Fe(SCN)₃), a mínium (Pb₃O₄), a cseppfolyós bróm (Br₂) és kromil-klorid (CrO₂Cl₂), vagy a légnemű nitrogén-dioxid (NO₂) és a nitrozil-bromid (NOBr). Fényérzékeny anyagok pl. a salétromsav (HNO₃), az ezüst-nitrát (AgNO₃), vagy az ezüst-halogenidok.

A Szophoklész-idézethez köthetően fel kellett írni a glükózból kiinduló alkoholos erjedés reakcióegyenletét:



A gyapjú fő fehérje alkotója a keratin, aminek peptidláncai α -hélix konformációjúak. Történeti adalék, hogy a gyapjú keratinjának tanulmányozása során fedezte fel **Linus Pauling** (1901–1994) 1953-ban a fehérjeláncok **α -hélix** szerkezetét. Középszintű tanulmányaink során még kétszer találkozunk Pauling nevéhez fűződő meghatározással: a Nobel-díjas tudós vezette be az **elektronegativitás** fogalmát (1932) és ő definiálta az **oxidációs számot** (1948). Több megoldó Pauling nevéhez kapcsolta a hidrogénkötést is, holott az már az 1910-es, 1920-as években fölbukkant a szakirodalomban. Pauling alkotta meg a hibridizáció elméletét is (ami nem része a gimnáziumi tananyagának).

A gyapjúszövetből készült textíliák (amelyek előnye, hogy megfelelően szellőznek és jól tartják a hőt) csak langyos vízben, semleges kémhatású mosószerrel moshatók, és csak nedves állapotban, alacsony hőmérsékleten vasalhatók. A fehérjék savas (vagy lúgos) közegben, illetve magas hőmérsékleten károsodhatnak: kicsapódhatnak, illetve hidrolizálnak, aminosav alkotóegységeikre esnek szét.

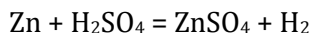
A feladatot megoldók jól vették az akadályokat, magas pontszámok születtek, bár hibátlan megoldás nem érkezett. A maximális 14 pontból 13-at ért el Kiss-Husza Iván, Németh Kolos és Szabó Áron.

(Lente Gábor, Keglevich Kristóf)

8. idézet: Kalle Blomkvist, az ifjú mesterdepektív és az arzén

Az idézetben szereplő, meglehetősen pongyola „hidrogéngáz-szerkezet” neve helyesen hidrogéngáz-fejlesztő készülék vagy berendezés. Ezek egyértelmű kifejezések, míg a „szerkezet” kétértelműsége némiképp zavarba ejtő (lehet műszer belseje, mozgatója, továbbá valamely felépítmény, struktúra, de a téma révén kémiai szerkezetre is gondolhatunk).

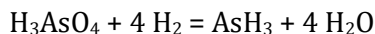
A cink a következő egyenlet szerint oldódik a kénsavban:



A **Marsh-féle arzénpróba** során az arzénhidrogén arzéntükröt eredményező hőbomlásának egyenlete:



Az arzénsav és a hidrogéngáz reakciójának egyenlete:



Marsh módszerét megelőzően az arzénhidrogént jellegzetes fokhagymaszaga alapján azonosították. Arzénmérgezés gyanúja esetén az exhumált maradványokból történő arzénkimutatásnál vigyázni kell arra – amint erre Mateu Orfila (1787–1853), a modern toxikológia atyja felhívta a figyelmet –, hogy a maradványok körüli talajból vett mintát is meg kell vizsgálni (vakpróba), mert a talaj, ill. a vizek arzéntartalma jelentős lehet. Sőt, ha mikroorganizmusok is jelen vannak, azok a

környezetinél nagyobb koncentrációban is bevihetik az arzént a szövetekbe, csontokba.

A neutronaktivációs analízis (NAA) módszere – amelynek felfedezése Hevesy György és Hilde Levi nevéhez fűződik (1936) – segítségével **Napóleon** hajtincsében sikerült arzént kimutatni. A vizsgálat nem döntött az arzénmérgezés ténye felől; szóba jött, hogy az arzén a tapétán lévő zöld festékből került Napóleon szervezetébe Szent Ilona szigetén, ahogy az is, hogy a szóban forgó arzén a rovarirtó szerekből vagy a vulkanikus eredetű, arzénban gazdag földben termesztett zöldségekből származik.

Magyarországon az alföldi **ivóvizek arzéntartalma** viszonylag magas, leginkább a délkeleti országrészben. Az érvényben lévő EU-s szabvány szerint 10 mikrogramm/liter az ivóvizekre megállapított felső határérték. (Ez elemi arzénre vonatkozik.) Ha valaki naponta 1,5 liter ilyen vizet fogyaszt (amely arzénkoncentrációja a jelenlegi határértéken van), akkor évente $365 \cdot 1,5 \text{ dm}^3 \cdot 0,000010 \text{ g/dm}^3 = 0,0055 \text{ g}$ arzén megy át a szervezetén.

Az ilyen víz 1 cseppje (0,1 milliliter) $10^{-5} \text{ g/dm}^3 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 / 75 \text{ g/mol} = 1,33 \cdot 10^{-11} \text{ mol}$ As-atomot tartalmaz, ami $1,33 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 8 \cdot 10^{12}$ (8 billió) db-nak felel meg.

A penicillin felfedezéséig rendkívül jelentős szerepet játszott, életeket mentett egy arzéntartalmú szer, a **Salvarsan** (arzfenamin, dihidroxidiamino-arsenobenzol-hidroklorid). Az addig végzetes szifilisz/vérbaj gyógyítását tette lehetővé. Ez volt az első vegyület, mely módszeres tudományos kutatás révén került a gyógyításba. A 606-dik! megvizsgált arzénvegyület volt. Innen számítjuk a kemoterápia elnevezést is. A Salvarsant 1910-ben dobták piacra. Paul Ehrlich és japán asszisztense, Hata Szahacsiro fejlesztette ki.

A beküldött 16 megoldás mindegyike minimum 10 pontos lett. Kiss-Huszta Iván, Németh Ábel és Oláh Teodóra megkapta a maximális 16 pontot.

(Horváth Judit)

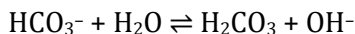
9. feladat: Rejtő Jenő és a gyomorsavhiány

A **gyomornedv** gyomorsavból (sósav), a pepszin emésztőenzim előanyagából (pepszinogén) és nyálkából áll. A sósav megteremtette

savas közeg (pH = 1–2) fertőtleníti a lenyelt anyagot, aktiválja a pepszinogént és megfelelő kémhatást biztosít a pepszin működéséhez. A savas közegben a fehérjék kicsapódnak, ami azért lényeges, mert a fehérjeláncok „széttekeredett” állapotban az emésztőenzimek számára könnyebben hozzáférhetőek, így hatékonyabban emészthetőek. Gyomorsavtúltengés esetén szódabikarbóna fogyasztását szokás javasolni. A reakció egyenlete a következő:



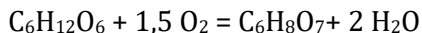
A nátrium-hidrogén-karbonát vizes oldata lúgos kémhatású, hiszen gyenge savból származó anionja lúgosan hidrolizál:



A **citromsavat** az élelmiszeriparban (E330) mindenekelőtt antioxidánsként használják, habár önállóan nincs ilyen hatása. A citromlé a gyümölcssalátában azért késlelteti az almadarabok megbarnulását, mert a savas kémhatás gátolja a különféle szóba jöhető oxidációs folyamatokat (amelyek a gyümölcsökben lévő polifenol-oxidáz enzim hatására indulnának meg). Ezenkívül a citromlében aszkorbinsav is van, ami szintén antioxidáns.

Citromsav és ecetsav is használható **vízkeoldásra**. A vízkő kalcium-karbonát (CaCO_3) és magnézium-karbonát (MgCO_3) keverékének tekinthető. A citromsav erősebb sav, mint az ecetsav, amint ez savállandóikon látható ($K_s(\text{ecetsav}) = 1,8 \cdot 10^{-5} < K_{s,1}(\text{citromsav}) = 7,08 \cdot 10^{-4}$). Ezenkívül nincsen szaga, mint az ecetnek. A citromsav komplexálja is az alkáliföldfém-ionokat, miután feloldotta őket. Használata ezen okokból előnyösebbnek tűnik.

A citromsavat a vegyipar szintetikus úton cukorból kiindulva gyártja. A folyamatot, amelynek lényege a glükóz oxigén hatására bekövetkező részleges oxidációja, az *Aspergillus niger* nevű penészgomba katalizálja:



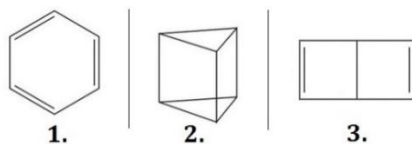
A feladatot beküldők szinte mindegyike magas pontszámot ért el, a legtöbbet Németh Ábel gyűjtötte össze: 11-ből 10,5 pontot.

10. feladat: a benzol szerkezete

A benzolmolekula szerkezetének felderítése a 19. századi kémia egyik nagy „projektje” volt. Az anyag pontos összetétele (C_6H_6) gőzsűrűségméréssel volt tisztázható (1832), ugyanis így korábban is ismert tömegszázalékos összetételén túl moláris tömege is meghatározhatóvá vált:

$$p \cdot M = \rho \cdot R \cdot T$$

A benzol szerkezetén töprengő Friedrich August Kekulé saját visszaemlékezése szerint egy alkalommal elaludt, álmában megjelent előtte a kígyóként tekergő, ficánkoló szénlánc, amely váratlanul a saját farkába harapott. Más források szerint mindez egy londoni omnibuszon történt. Mindenesetre Kekulé felrajzolta a benzolgyűrűt (1), amelyben a kettős és egyes kötések felváltva helyezkednek el. A mai napig ezt a képletet használjuk. A C_6H_6 összegképletnek és a szénatom négyvegyértékűségének Albert Ladenburg szerkezeti képlete (2) és egy James Dewarhoz köthető (3), benzolt leíró képlet is megfelel.



Mindhárom képlet elfogadása ellen szóltak érvek. Mai tudásunkkal nyilvánvaló, hogy a Ladenburg-féle szerkezet (2) óriási szögfeszültségtől terhelt: 60°-os, illetve 90°-os kötésszögek is jellemzőek rá, amittől a benzolnak rendkívül nagy reaktivitásúnak kellene lennie, ám nem az. Ugyanakkor a Ladenburg-féle képletben minden hidrogén ekvivalens, azaz ugyanolyan környezetű, mint ahogy a valóságos benzolban is. (1973-ban sikerült előállítani ezt a vegyületet, amely a prizmán nevet kapta, és valóban robbanásveszélyes anyag.) A Dewar-féle benzolra (3) is nagy reaktivitás kellene hogy jellemző legyen, kiváltképp a brómadáció, hiszen kétszeresen telítetlen. (1963-ban ezt a vegyületet is előállították.) Ezzel szemben a benzol alacsony reaktivitása, és nem az addíció, hanem a szubsztitúció a típusreakciója. Természetesen ebből a szempontból a Kekulé-féle telítetlen molekulát ábrázoló képlet (1) is hibás. (Ennek hidrogénjei is ekvivalensek.) Kekulé úgy vélte, a gyűrűben lévő kettős kötések „áramlanak”, ezért nehezebb őket felszakítani, mint a nyílt láncú molekulákban lévő kettős kötések.

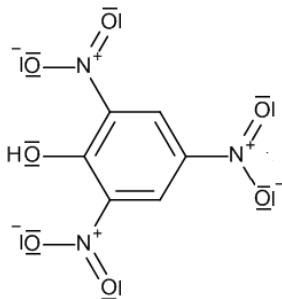
Csakugyan, a konjugált kettős kötéseknek – a kétszeres és egyszeres kötések felváltva helyezkednek el – sajátos tulajdonságaik vannak, főképpen a benzol 6 elektronból álló, gyűrűsen konjugált, aromás kettőskötés-rendszerének. A molekula alacsony reakciókészségének aromás volta az oka.

A benzol súlyosan karcinogén, azaz rákkeltő. Ez erősen visszaszorította laboratóriumi használatát, ahol korábban apoláris oldószerként alkalmazták. Karcinogén hatásában szerepet játszik, hogy könnyen a sejtek belsejébe jut. A foszfolipid kettősrétegből felépülő sejthártya belső része igen hidrofób, azaz apoláris. Ezért elsősorban kicsi, apoláris molekulák tudnak rajta könnyen átjutni (ún. passzív transzporttal), pl. az oxigén, szén-dioxid vagy rossz esetben a benzol.

Ez a feladat is könnyűnek bizonyult. Maximális pontszámot ért el Kiss-Husza Iván, Kondor Tamás, Németh Ábel, Németh Kolos és Parma Abigél.

11. idézet: Agatha Christie és a pikrinsav

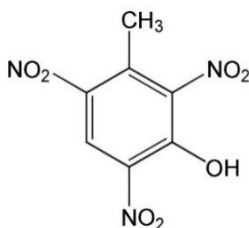
A pikrinsav (2,4,6-trinitrofenol, TNP) sárgás színű, szagtalan, szilárd halmazállapotú anyag. Erős, egyértékű sav. Molekulájában három nitrocsoport és egy fenolos hidroxilcsoport található. A három nitrocsoport is részt vesz a molekula konjugált kettőskötés-rendszerében, amely így meglehetősen kiterjedté válik.



A konjugációban részt vevő π -elektronok könnyebben gerjeszthetőek, erre a látható fény is képes. A pikrinsav sárgászöld színe tehát a konjugáció kiterjedt mértékével függ össze. A pikrinsav vízben nem oldódik túlzottan jól. Nátrium-hidroxid-oldatban nagyobb mennyiség oldódik, ugyanis a nátrium-hidroxid deprotonálja az oldatban lévő pikrinsav-molekulákat, így zavaró hatás éri a szilárd és oldott pikrinsav-

molekulák közötti oldódási egyensúlyt. Ezért a Le Chatelier-Braun-elv alapján a zavaró hatással ellentétes részfolyamat, azaz a pikrinsav oldódása erősödik fel. (Általánosságban is kijelenthetjük, hogy a rosszul oldódó savakból magasabb pH-n több oldódik.) Úgy is indokolhatunk, hogy a nátrium-hidroxid közömbösíti a pikrinsavat, ami így sóvá alakul. Ez ionos jellege miatt jobban oldódik, mint a molekulákból álló pikrinsav.

A pikrinsavat felfedezése (1771) után rövid ideig textilszínezékként, később fertőtlenítőszerként, valamint égési sérülések, malária, herpesz és himlő kezelésére is használták. Az ekrazit nevű, a 19. század végén kifejlesztett robbanószer pikrinsavat és / vagy ammónium-pikrátot ($C_6H_6N_4O_7$), illetve más források szerint trinitro-metakrezolt tartalmazott. A trinitro-metakrezol molekulája a pikrinsavétól egy metilcsoportban különbözik:



(A TNT-t, azaz a trinitrotoluolt nemigen nevezték ekrazitnak.)

A negyedik forduló feladataihoz küldött megoldások közül ezek pontszáma mutatta a legnagyobb szórást. Hibátlan megoldást küldött be Kiss-Huszta Iván.

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2025/4. számban megjelent szakszöveg fordítása:

----- 1. -----

Tetoválás – naná, no de biztonságosan!¹

Tetoválásokkal évezredek óta díszítik testüket az emberek. A tetoválás **korábban** gyakran a „**hovatartozás jelzésének**” vagy **rituális ill. szakrális szimbólumnak** a szerepét töltötte be. Ma azonban mindenekelőtt **testékszerként** szolgál, **mélyebb értelmet** fejez ki vagy a **személyiséget hangsúlyozza**. Egy folyóirat 2023. februári számának aktuális felméréséből kiderült, hogy a németországi népesség **több mint harmada** rendelkezik legalább egy tetoválással; sőt, a **18–45 év közötti korosztályban** ez az arány **44%**.

Tetoválás alatt azt értjük, amikor a kinézet befolyásolásának céljából **színt adó anyagokat** tartalmazó **formulákat**² **viszünk be a bőrbe** vagy a nyálkahártyába.



Az ezzel járó **kockázatok minimálisra** csökkentésének érdekében, valamint a **tetoválófestékek** kielégítő **minőségének** biztosítása céljából **2022 januárja óta egységes jogi szabályozás van érvényben az Európai Unióban**. Sok **összetevő**, melyeket az addigi festékekben használtak, ettől kezdve **nem engedélyezett**.

2.

Miért az aggodalom?

Mivel a festékek részben **életünk végéig a testben maradnak** és a bőrön keresztül **más szervekbe is be tudnak jutni**, az ártalmas összetevők általi **expozíció hosszú időn keresztül** valósul meg.³



ECHA = Európai Vegyianyag-ügynökség

Különböző európai szakhatóságokkal együttműködésben az **Európai Vegyianyag-ügynökség (ECHA, European Chemical Agency)** már 2015-ben elkezdett foglalkozni az érintett termékekben található **vegyi anyagok** egészségügyi **kockázatainak értékelésével**.

Mitől lehetnek ártalmasak⁴ a tetoválófestékek?

Sok **egészségkárosító⁵ anyag** nem használható tetoválófestékekben. Ezt az európai **REACH-rendelet⁶** szabályozza.



REACH = Vegyi anyagok regisztrációja, értékelése és engedélyezése

A REACH-rendelet **rögzíti**⁷ a **szennyezők**, úgymint policiklusos aromás szénhidrogének (PAH-ok)⁸ és **nehézfémek** (mint pl. a nikkelt is) megengedett **legmagasabb koncentrációit**, valamint **megtiltja**⁷ **veszélyes pigmentek hozzáadását**. **Betiltásra kerülnek** ill. felhasználásuk **korlátozásra** kerül⁷ az olyan anyagoknak, melyek besorolásuk szerint bőrirritációt vagy **bőrirritációt/-felmaródást** és **szemirritációt/szemkárosodást** okozhatnak. Ezen felül tilos az összes **rákkeltő, mutagén és reprodukciót károsító**⁵ anyag, valamint azok az anyagok, melyek **kozmetikai szerekben** már most is be vannak tiltva.

----- 3. -----

A szabályozások harmonizálása európai szinten

A rendelettel EU-szerte **korlátozásra** kerül **egyes anyagok vagy anyagcsoportok felhasználása** a tetoválófestékekben vagy tartós⁹ sminkben. Ide tartoznak pl. **bizonyos azofestékek, rákkeltő aromás aminok, policiklusos aromás szénhidrogének (PAH-ok)⁸, fémek**, valamint a **metanol**.

Tiltott anyag használata büntetéssel járhat. Büntethető, aki **szándékosan vagy gondatlanságból** cselekszik. Büntetés: 3 évig terjedő **szabadságvesztés** vagy **pénzbüntetés**.

Mikből állnak a tetoválófestékek?

„*Tetoválás céljára használható szer*” megnevezés alatt olyan **keverékeket** értünk, melyek az emberi bőrbe, nyálkahártyába vagy a szemgolyóba **tetszőleges eljárással injektálásra vagy bevitelre** kerülnek a személy testén **jelzés vagy motívum létrehozásának céljából**.

Ezek a **keverékek** túlnyomó részben **vízoldhatatlan pigmentekből** és másfajta **segédanyagokból** állnak, melyek többek között a **pigmentek oldatban tartására, az állag javítására** szolgálnak vagy a **termékeket eltarthatóvá teszik**.

----- 4. -----

A tetoválószerek tehát lényegében **festékanyagokból (pigmentekből)**, **diszpergálószerkekből** és további **adalék-anyagokból** állnak. Ezek **víz és alkohol** mellett **polimereket, tartósítószerkeket, habtörőket**¹⁰, **pH-szabályozó anyagokat** és számos további egyedi anyagot foglalnak magukba.

A **tetoválópigmentek** a **színt adó összetevők** a tetoválászerben. A leggyakrabban használt **pigment** ma éppúgy, mint egykor¹¹ a **fekete kórom** és a **fehér titán-dioxid**. Színes tetoválásokhoz **leginkább** olyan **szerves pigmenteket** használnak, melyek színélénksége¹² magas. „Tartós sminkekben” ezeken kívül gyakrabban használnak **vas-oxidokat**. A tetoválászerekben problémás **szennyezők** lehetnek pl. a színes festékanyagokban található **rákkeltő aromás aminok**. Bizonyos **tartósítószereket**, a **nehézfémnyomokat**, valamint a tetoválótinta **mikrobiológiai**¹³ **szennyeződését** is problémásnak tekintik. Nem kívánt akut következményként felléphetnek: **fertőzések, idegentest által kiváltott reakciók, hegek** vagy **allergiás reakciók**.

----- 5. -----

Néhány tetoválófesték tartalmaz olyan anyagokat, melyek **allergiás reakciót** válthatnak ki¹⁴ az első **vagy akár egy későbbi tetoválás** alkalmával. Ezek közé az anyagok közé sorolnak bizonyos színes pigmenteket és pl. a **nikkelt**.

Előfordulhat nikkelt a tetoválászerekben?

Nikkel használata nem engedélyezett a tetoválászerekben a REACH-korlátozások szabályozása folytán. Még ha a REACH által rögzített **hátárérték alatti mennyiségben** fordul is elő¹⁵ a festékben, „Nikkelt tartalmaz. Allergiás reakciót válthat ki” **megjelöléssel kell ellátni** a keveréket.

A nikkelt a **legmagasabb szenzibilizációs gyakorisággal**¹⁶ rendelkező **kontaktallergén**. **Nem ismert**, hogy a tetoválásban előforduló nikkelt **mekkora koncentrációtól tud allergiát kiváltani** az érzékenyítődésen¹⁷ már átesett emberek esetében. A nikkelttel szembeni magas szenzibilizációs gyakoriság¹⁶ és a tetoválófestékekben jelen lévő csekély, nyomnyi mennyiségű nikkelt ellenére tetoválófestékek által okozott nikkelallergiás reakcióról **csak ritkán számolnak be**.

----- 6. -----

Mit kérjek el írásos formában?

Ha később probléma lépne fel a tetoválással, ebben az esetben **hasznosak** lehetnek az alkalmazott tetoválófestékekről szóló **információk**. Ezért ésszerű, hogy megkérjük a tetoválóstúdiót, **írják fel, mely tetoválófestékből használtak és mi áll a címkéken**.

Mit árulnak el a tetoválófestékek címkéi?

A tetoválófestékek tárolóedényén lennie kell egy dátumnak, mely az **eltarthatóságot** mutatja (**bontatlan csomagolás** esetén). Ezen kívül meg kell adni, **hány napig használható fel a felnyitott tetoválófesték**. A tetoválónak fel kell tüntetnie a **csomag felbontásának időpontját**. A címkén az összes **összetevőnek** szerepelnie kell, valamint meg kell adni a **gyártót** vagy az **importőrt, címmel** együtt.

Gyártó (előállító) definíciója: Mindazok, akik¹⁸ festékeket gyártanak vagy saját célra gyártatnak¹⁹. **Aki a stúdiójában maga kever és tárol festékeket, szintén gyártónak minősül.**

Importőr (beszállító) definíciója: Mindazok, akik külföldről (EU-n belülről is!)²⁰ festékeket hoznak be, mennyiségtől függetlenül importőrnek minősülnek.

----- 7. -----

A tetoválófestékek **bent maradnak a testben**. Ezért a **minőségük** és a **tisztaságuk (higiénia)** különösen fontos. A tetoválófestékeket **védett helyen**, pl. fiókban vagy szekrényben²¹ kell **tárolni**. Ezekből a tetoválás előtt **kis, egyszer használatos edényekbe** kell kitöltenie a tetoválónak, vagy pedig **egyszer használatos festékpátronokat** kell használni. Ha az edények piszkosnak hatnak vagy rászáradt festék látható, az bizalmatlanságért kiált. A hígításra használt víznek is sterilnek kell lennie! A desztillált víz nem steril automatikusan.



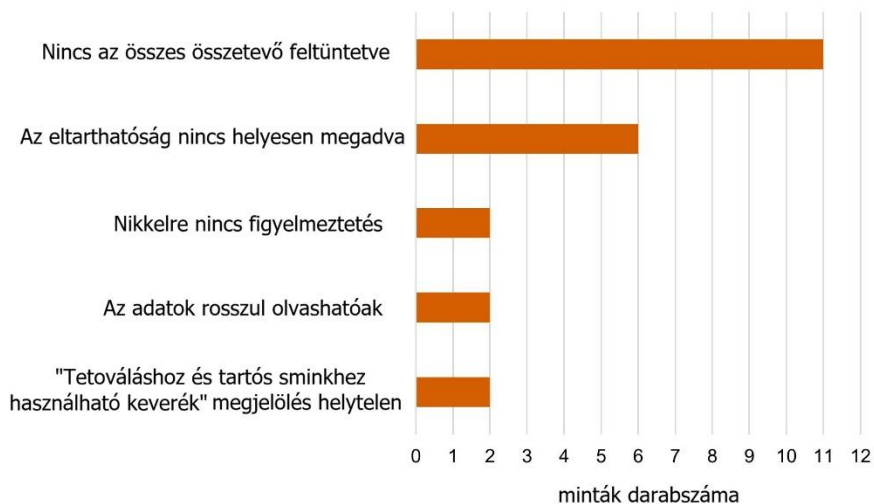
A címkén fel kell tüntetni:

- *Tetoválószerszer²², Tetoválófesték vagy Tattoo Colour²³ megjelölés egyikét*
- A gyártási számot²⁴
- Az előállító vagy importőr címét
- **Minden összetevőt – tömeg szerinti csökkenő sorrendben**
- A minőségmegőrzési időt, amennyiben a festék kevesebb, mint 30 hónapig tartható el. Megfogalmazás: *Minőségét megőrzi²⁵ hónap/év*

- A felbontás utáni felhasználhatóság idejét. Megfogalmazás: *Felbontás után ... napon belül használható fel*²⁵
- A színezékeket CI-számukkal (Colour Index™ International) kell megadni (pl. CI 74160)

8.

Egy piaci ellenőrzés azt mutatta, hogy még a **2023-as évben sem felelt meg** a törvényi előírásoknak a megvizsgált festékek **több, mint 60%-a**. A 27 megvizsgált **mintából** csupán 9 (kb. 30%) **felelt meg a törvényi előírásoknak**. 17 termék **anyagában mutatkoztak hiányosságok**. Szenzibilizációt okozó **tartósítószereket**, különféle **pigmenteket** és **segédanyagokat** alkalmaztak **nem engedélyezett mennyiségben**. **Szennyezőanyagként ólom és arzén elemeket**, valamint **formaldehidet** tartalmaztak **határérték feletti** mennyiségben. 13 minta esetében a termék **feliratozása** sem volt megfelelő – különösen az **összetevők listája** volt **hiányos** sok terméknel.



Ábra: A 27 bevizsgált mintából 13 esetében megállapított feliratozásbeli hiányosságok grafikus ábrázolása

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

r Kohlenwasserstoff, ~(e)s, ~e	szénhidrogén
s Schwermetall, ~(e)s, ~e	nehézfém
r Azofarbstoff, ~(e)s, ~e	azofesték
s Amin, ~s, ~e	amin
s Methanol	metanol
r Hilfsstoff, ~(e)s, ~e	segédanyag
s Dispergiermittel, ~s, ~	diszpergálószer
s Additiv, ~s, ~e	adalékanyag
s Polymer, ~s, ~e	polimer
r Entschäumer, ~s, ~	habtörő / habzágátló
r Ruß, ~es, ~e	korom
s Titandioxid, ~(e)s, ~e	titán-dioxid
s Eisenoxid, ~(e)s, ~e	vas-oxid
s Nickel	nikkel
destilliertes Wasser	desztillált víz
s Blei, ~(e)s, ~e	ólom
s Arsen	arzén

Eszközök:

s Etikett, ~s, ~en	címke
s Behälter, ~sses, ~sse	tárolóedény
e Kennzeichnung	feliratozás

Fogalmak:

e Formulierung	formula
r Inhaltsstoff, ~(e)s, ~e	összetevő
e Exposition	expoziáció, kitettség
Europäische Chemika- lienagentur	Európai Vegyianyag-ügynökség
s Risiko / die Risiken	kockázat
e Chemikalie	vegyszer, vegyi anyag
polyzyklisch	policiklusos
aromatisch	aromás
s Gemisch, ~(e)s, ~e	keverék
e Verunreinigung	szennyezőanyag

r Grenzwert, ~(e)s, ~e	határérték
r Bestandteil, ~(e)s, ~e	összetevő
s Element, ~(e)s, ~e	elem
e Konzentration	koncentráció
e Kontamination	kontamináció, szennyezés
e Rate	arány, hányad
e Probe	minta
e Abbildung	ábra
grafische Darstellung	grafikus ábrázolás

Tulajdonságok:

reizend	irritatív, ingerlő
ätzend	maró
krebserzeugend	rákkeltő
reproduktionstoxisch	reprodukción károsító
wasserunlöslich	vízoldhatatlan
organisch	szerves

Folyamatok, műveletek:

in Lösung halten	oldatban tart
Konsistenz verbessern	állagot javítja
verdünnen	hígít

Magyar helyesírás és nyelvtan:

egybeírjuk: *tetoválófesték / tetoválószer / színezőanyag / szennyezőanyag / idegentest / tetoválóstúdió / tetoválóművész / tintapatron*

<https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#118>

<https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh11#107b>

A többszörösen összetett szavakat **hat szótagig írjuk egybe:**

nehézfémnyom // idegentest-reakció

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

kötőjellel írjuk: *vas-oxid / titán-dioxid* (Ez mindenkinél jó volt.)

A fordításokról:

1aber sicher – Mindjárt a címben egy szójáték: „Hát persze!” / „Naná!” ill. „Fő a biztonság!” / „Csak biztonságosan!” jelentésekből kellett volna összegyúrni valamit.

2Formulierungen farbgebender Stoffe – *színezőanyagok formulái* (Sipos Zita) // *színezőanyagokat tartalmazó készítmények* (Nemesi Bence Miklós, Nyaka Dóra)

3geschieht die Exposition | gegenüber schädlichen Bestandteilen | über einen langen Zeitraum – *hosszú időn keresztül ki vagyunk téve az ártalmas összetevőknek. Birkózni kellett a mondat bonyolultságával, és különféle, többé-kevésbé sikeres megoldások születtek: a káros összetevőknek való kitettség hosszú időn keresztül fennáll* (Sipos Zita, Pászti Sámuel) / *hosszú időtartamon keresztül történik / testünk hosszútávon veszélyeztetett a káros összetevőktől / a káros anyagoknak történő hosszú távú és folyamatos kitettséggel kell számolni* (Nemesi Bence Miklós)

4schädlich – inkább *ártalmas* (Horvát Flóra), mint *káros*

5gesundheitschädlich – *egészségkárosító* (Sipos Zita)

Ld. „a foglalkozási eredetű rákkelő, mutagén vagy reprodukciót károsító anyagok elleni védekezésről és az általuk okozott egészségkárosodások megelőzéséről”

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2300055.gfm#>

6REACH-Verordnung – „A REACH-rendelet (a betűszó a „Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals” angol kifejezés kezdőbetűiből tevődik össze) a vegyi anyagok regisztrálásával, értékelésével, engedélyezésével és korlátozásával kapcsolatos előírásokat rögzíti az Európai Gazdasági Térségben (EGT).”

https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/registering-chemicals-reach/index_hu.htm

7werden festgelegt / werden verboten / wird beschränkt – [a rendelet] *rögzíti / (be)tiltásra kerülnek / korlátozásra kerül. Nem jövő időben!*

8PAK – PAH, mert magyarul az angol „*polycyclic aromatic hydrocarbons*” rövidítését használjuk. Jó: Lindenlaub Tamás, Pászti Sámuel

9Permanen Make-Up – *tartós smink* (Nyaka Dóra) / *sminktetoválás* (Pászti Sámuel)

¹⁰**entschäumer** – *habzágátló* (sokan írták). Még jobb lenne: *habtörő*.
Rossz: ~~habosító~~

¹¹**nach wie vor** – *ma éppúgy, mint egykor*. Legtöbben megelégedtek az-
zal, hogy *ma is*.

¹²**organische Pigmente, die eine hohe farbbrillanz aufweisen** – *nagy
színtelítettségű* (Pászti Sámuel) / *melyek magas színélénkséggel* (Linden-
laub Tamás) / *színintenzitással* (Horvát Flóra) rendelkeznek

¹³**mikrobielle Kontamination** – *mikrobiológiai / mikroorganizmusok
által szennyeződés*. Jó: Nemesi Bence Miklós. Mindenki más *mikrobiálist*
írt, ami ugyan tudományosan hangzik, de idegen. Gépi fordításokban lát-
juk így, mint pl. ennek a nagy nevű laborcégnek a honlapján:

„A gyógyszeriparban használt víz *mikrobiális* szennyezettségével kap-
csolatban számos kockázat felmerül, így például egy termelési sarzs le-
selejtezése vagy akár a termékek visszahívása.”

[https://www.mt.com/hu/hu/home/library/white-papers/process-analy-
tics/reduce-microbial-contamination.html](https://www.mt.com/hu/hu/home/library/white-papers/process-analytics/reduce-microbial-contamination.html)

Keressünk megbízható forrást, hivatalos szerv honlapját (pl. Jogtár, Né-
bih):

„A mikrobiológiai szennyeződések következményei igen változatosak
lehetnek, az enyhe emésztési zavaroktól a súlyos, életveszélyes állapo-
tokig.” „Mikrobiológiai szennyeződések okozhatnak olyan mikroorga-
nizmusok, például baktériumok, gombák, vírusok és paraziták, amelyek
jelen lehetnek az élelmiszerekben vagy akár az ivóvízben.”

[https://nebihoktatas.hu/2025/03/05/mikrobiologiai-szennyezodesek-es-az-
egeszsegunk/](https://nebihoktatas.hu/2025/03/05/mikrobiologiai-szennyezodesek-es-az-egeszsegunk/)

„46/2007. (X. 29.) EüM rendelet az élelmiszerekben előforduló mikrobi-
ológiai szennyeződések megengedhető mértékéről szóló 4/1998. (XI.
11.) EüM rendelet módosításáról”

https://jogkodex.hu/jsz/2007_46_eum_rendelet_8754701

¹⁴**Allergien auslösen können** – *allergiás reakciót válthatnak ki* (Sipos
Zita) Többes szám nem szükséges, az általánosságot jelöli a németben.

¹⁵**auch wenn es unterhalb des Grenzwertes vorkommt** – *még akkor
is, ha határérték alatti mennyiségben fordul elő/ amennyiben határérték
alatti mennyiségben mégis előfordul / mégis jelen van*

¹⁶Sensibilisierungsrate – *szenzibilizációs gyakoriság*, ami azt fejezi ki, hogy a lakosság, a vizsgált egyének hány %-ánál mutatható ki. Senki sem írta így, helyette megmaradt ~~ráta~~. Valóban arányról, hányadról van szó. Szövegkörnyezetben ld.: „Vizsgáltuk a szenzibilizációs gyakoriságok változását [...] A 30 éves periódusban a propolisz szenzibilizációs gyakorisága átlagosan 2,6% volt”

<https://real.mtak.hu/162524/>

¹⁷bei sensibilisierten Menschen – *már érzékenyített/ érzékenyítődésen átesett / szenzibilizált emberek esetében*. Jó: Szegvölgyi Fanni, Sipos Zita „A szenzibilizáció, más néven érzékenyítődés valójában az allergiás betegség megnyilvánulásához szükséges időtartam, egy adott külső tényezőre való túlérzékenység kifejlődése. [...] Jellemzője, hogy az allergiás személy szervezetében ellenanyagok képződnek valamely környezeti tényező (allergén) ellen. [...] Az allergénnel való első találkozás során alakul ki, ezt követő ismételt bejutás kapcsán allergiás reakcióval kell számolni a szenzibilizált egyénben.”

<https://www.allergiadoktor.hu/blog/az-allergiarol-roviden>

„Allergén: olyan antigének - fehérjék vagy glikoproteinek - amelyek a szervezettel történő első találkozás során IgE termelést indukálnak (szenzitizáció). Az allergénnel történő következő találkozás klinikai tüneteket okozó allergiás reakciót vált ki.”

http://www.neak.gov.hu/pfile/file?path=/letoltheto/EOSZEF_letoltheto_doku/002165-2024-allergias-betegsegek-immunterapiaja&inline=true

¹⁸alle die Farben herstellen – *mindazok, akik festékeket állítanak elő*. A *festéket* nem muszáj többes számban írni, mert általános jelentésű anélkül is. A „die” pedig nem a *Farben* szó névelője (~~a festékeket~~), hanem vonatkozó névmás: *aki(k)*, és az „alle” (*mindenki*)-re utal vissza.

¹⁹oder für sich herstellen lassen – *vagy akik maguknak / saját részre / saját felhasználásra gyártatnak* (Műveltetés!)

²⁰auch EU – Nem ~~akár az EU-ból!~~ Hanem az EU-n belül(ról) is!

²¹in Schubladen oder Schränken – *fiókban vagy szekrényben*. Egyes számban is általános jelentést fejez ki, többes számban írva furcsán hangzik.

²²Mittel zum Tätowieren – *tetoválás céljára szolgáló anyag* (Szegvölgyi Fanni). *Tetoválószer* is elfogadható.

²³**Tattocolour** – Tattoo Colour. Hagyjuk meg az angol változatot, mert a német is meghagyta.

²⁴**Chargennummer** – *tételszám / gyártási tétel száma* (Sipos Zita) Gyógyszeresdobozokon a *gyártási szám* (Pászti Sámuel) megnevezést találjuk, így talán itt is ez a legjobb választás. Iparban a sarzs száma.

²⁵**Mindestens haltbar bis / Zu verwenden bis** – Megfigyelhetjük, hogy gyógyszereken mindig a szigorúbb „Felhasználható” kifejezést találjuk, míg vitaminkészítményeken a fogyasztás szempontjából megengedőbb „Minőségét megőrzi” szerepel. Romlandó élelmiszereken természetesen a „Fogyasztható” szót látjuk, és érzékenyebb kozmetikumon is találkoztam a „Felhasználható” jelzéssel. Angolul is tesznek különbséget: Use by / Best before (BBE).

	NÉV	Oszt.	ISKOLA	ÖSSZ. (max. 100)
1.	Pásztai Sámuel	10.	Bp.-i Fazekas Mihály Gyak. Ált. Isk. és Gimn.	93,5
2.	Sipos Zita	11.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gim- náziuma, Pécs	87,5
3.	Szegvölgyi Fanni	13.B	Debreceni SzC Vegyipari Techn.	77,5
4.	Horvát Flóra	11.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gim- náziuma, Pécs	73
5.	Lindenlaub Tamás	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gim- náziuma, Pécs	71
6.	Nyaka Dóra	11.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gim- náziuma, Pécs	67
7.	Bereczki Leona Bella	9.B	Debreceni SzC Vegyipari Techn.	51,5
8.	Nemesi Bence Miklós	10.B	Bp.-i Fazekas Mihály Gyak. Ált. Isk. és Gimn.	40

Dicséret illet minden tanulót a beküldött fordításáért.

Kiemelkedő színvonalú megoldásaiért jutalomban részesül
Pásztai Sámuel és Sipos Zita.

Gratulálok a díjazottaknak!

Kémia angolul

Szerkesztő: Barabás Gergő

Kedves Diákok!

Elérkezett az utolsó rovat zárása, amelyhez néhány tapasztalatot szeretnék megosztani, amelyeket az értékelés során észrevettem. Az élesztő működésével foglalkozó cikkben többen éltek a mondatok átszerkesztésével – ami egyáltalán nem gond, viszont figyelni kell rá, és megtalálni azt a kényes egyensúlyt, hogy a fordítás javítása nem térjen el jelentősen az eredeti szöveg mondandójától.

Kiemelendő viszont, hogy néhány tanuló volt olyan merész, hogy három szakasz (gyenge) fordítási javítása helyett meghagyta az eredeti angol szavakat. A nyelv változik: szavakat vesz át más nyelvektől, emeli be a szókincsébe. Mivel az angol világnyelv, így akarva-akaratlanul is hozzánk is kerülnek be angol szavak (like-lájk, és hasonlók). A tudományban ez még inkább jelentős, hiszen előfordulhat, hogy pl. a magyarnak nincs olyan szava a birtokában, amellyel ki tudná fejezni a másik nyelv szavát. Ebben a cikkben emiatt is lehetett akár élni ezzel a nyelvi megoldással.

A geozminal foglalkozó szöveg elsősorban a szókincese miatt volt érdekes, és a legszembetűnőbb félrefordításokat kivétel nélkül mindenki megtalálta, ezzel magas pontokat szerezve.

Köszönöm szépen azoknak a tanulóknak, akik kitartottak a tanévben és jobbnál jobb munkákat adtak be a javításokhoz. Megérdemlik a pihe-nést!

A 2026/1. számban megjelent szövegek helyes fordítása:

Az élesztő aktivitása/működése

A 100%-os árpamalátában, gabonapárlatban, gabonamentes alkoholgyártó üzemben vagy üzemanyag-alkohol/bioüzemanyag iparban/üzemben előállított cefre egy összetett rendszer/keverék, amely fermentálható szénhidrátokból, dextrinből, fehérjékből, zsírsavakból, szilárd anyagokból és a feldolgozott gabonákból származó ásványi anyagokból áll. Mindezek elengedhetetlenek az etil-alkohol és más hasonló (összetételű) anyagok/rokon vegyületek/kísérőanyagok hatékony előállításához, valamint az élesztő működéséhez. Az élesztő aktivitása, a cefréhez adva több szakaszra osztható/bontható:

- A „lappangási/adaptációs” fázis/szakasz - ez az erjedés első néhány órájában figyelhető meg, amikor (még) nagyon kevés alkohol termelődik, mivel az élesztő alkalmazkodik és szaporodik az új környezetében. Az élesztőt a friss cefre korai átfejtésekor adják a tiszta erjesztőbe, és ebben az időben levegőztethetik is. Az erjedésnek ebben a korai szakaszában a szennyező baktériumok jelentős károkat okozhatnak, ami a folyamat későbbi szakaszában hatékonysági és minőségbeli problémákat eredményezhet/problémákban jelentkezhet/problémákhoz vezethet.

- A „logaritmikus/exponenciális” növekedési” fázis/szakasz - ez a gyors erjedés és élesztőszaporodás időszaka, amikor az erjedés a legintenzívebb - a hőfelszabadulás és az erjesztő hőmérsékletének emelkedésével párhuzamosan, ha/amennyiben nem használunk/alkalmazunk hűtést. Ez a szakasz az erőteljes szén-dioxid-termelés időszaka is. A malátalapítási folyamat során ebben a szakaszban lehet/ekkor lehet habzásgátlókat vagy habzásgátlókat használni a túlzott habzás megakadályozására - ez általában nem jelent problémát a magas gabona szárazanyag-koncentrációjú erjesztéseknél.

- A „letörési/süllyedési” fázis/szakasz - ez az erjedés utolsó pár órája, amikor az élesztő aktivitása csökken, az erjedés lelassul, majd végül leáll/le is áll. Ebben az időszakban a baktériumok szaporodása gyors lehet, mivel a pH és a hőmérséklet az ilyen szaporodáshoz ideális. Rendkívül/Nagyon fontos/Nélkülözhetetlen, hogy az erjesztett folyadékot szükségtelen késedelem nélkül eltávolítsák desztillációhoz, így elkerülve a szükségtelen szennyeződést. Ennek elérésének a kulcsa a kiegyensúlyozott és átgondolt termelésstervezés.

[...]

A szén-dioxid inert gáz, nehezebb a levegőnél, és hajlamos zárt helyiségekbe jutni, ha nem gyűjtik össze vagy (nem) szellőztetik megfelelően, és már nagyon rövid kitettségi idő után is halált okozhat. Az alkoholtartalmú italok kisebb gyártói/kistermelői általában az erjedés során felszabaduló gázt a légkörbe szellőztetik, míg néhány nagyobb gyártó ezt a felszabaduló gázt egy nagyon tőkeintenzív/tőkeigényes mosási/tisztítási, sűrítési és cseppfolyósítási folyamat során nyeri ki. Mások a gázt csak a szellőztetés előtt mossák, akár a saját kéményükön, akár egy másik kéményen keresztül a folyamat során. Az erjedés során felszabaduló szén-dioxid kis koncentrációban tartalmaz etil-alkoholt, amelyet vizes tisztítás és koncentrálás után közvetlenül a desztilláció előtt vissza lehet juttatni a folyamatáramba.

What may be a simple rain scent to us is warning others of danger

The fresh, slightly acid/sour/bitter scent that soil bacteria produce in response to water, which we smell after rain or while gardening, is a warning to worms.

The molecule (of) geosmin/geosmin molecule, known as the rain scent that rises from the ground /soil after a summer rain or while gardening and fills our nostrils, is produced by certain bacteria, but/however, not for our enjoyment but, as new study has shown, as a warning signal to their predators. Soil bacteria are eaten by millimeter-sized worms such as the nematode *Caenorhabditis elegans*, a well-known subject of biological experiments, but many bacteria produce substances that are toxic to worms. If a bacterium that produces toxins/toxin-producing bacterium also produces geosmin, then the worms can smell it before eating/they would eat the microbe in question.

We're familiar with warning signals of animals, like/such as the striking yellow-and-black pattern of wasps or the striking colors of many poisonous/venomous caterpillars, but as researchers at Concordia University have discovered, the scent of geosmin has/carries a similar meaning for tiny nematodes.

In a/According to a study published in the journal *Applied and Environmental Microbiology*, the researchers examined the relationship between the vital functions of the bacterium *Streptomyces coelicolor* and

the geosmin it produces and concluded that this compound serves no (other) function other than warning. Geosmin itself is not toxic to worms, but in experiments, the scent compound was consistently avoided, even when the bacteria that produced it were not present. When *C. elegans* worms were exposed to the bacteria, they also avoided them when (ever) they smelled/(upon) smelling geosmin, but when tested with worms genetically deprived of their sensory organs that were unable to detect geosmin molecules, they ingested the toxic bacteria— (which was) a fatal outcome for both the bacteria and the worm.

Geosmin is a terpene molecule that has a strong odor/scent even in extremely small amounts, meaning that very little of it is enough for us to detect it. The human nose can detect it even when it is/makes up/pre-sent only 5 parts per trillion in the air. Experiments show that the same is true on a microscopic scale, where worms that hunt bacteria detect it as a warning signal even at extremely low concentrations. Nematodes are the most common representatives of the animal kingdom on our planet, with 57 billion nematodes for every single human, so it makes sense that the bacteria that are their prey have also developed some kind of defense strategy against this vast army of predators.

A 2026/2. számban megjelent szövegek helyes fordítása:

Az alkoholmentes sör(ök) (AFB) kémiája

Az alkoholmentes sörök (angolul: AFB) előállításának két fő módszere van: az alkohol eltávolítása a standard/hagyományos/hétköznapi főzési folyamat után, vagy az erjedés korlátozása az alkoholtermelés csökkentése érdekében. Ezek a módszerek eltérő terméket eredményeznek, és bizonyos esetekben aldehideket adhatnak hozzá, amelyek kellemetlen ízt eredményeznek/amelyek rontják az ízt.

1. Az alkohol eltávolítása a sörből

Négy fő módszer létezik/ismert:

- Melegítés: Az alkoholt elpárologtatják, ami csökkenti az ízt (az illékony észterek elpárologtatása) és a szén-dioxid szintet/szén-savtartalmat, valamint fokozza a kellemetlen/nem kívánatos aromákat/ízeket.

- Vákuumdesztilláció: A sört 60–200 millibar nyomáson (csak/mindössze/pusztán) 30°C-ra melegítik az alkohol elpárologtatásához/A sört 30°C-ra melegítik 60-200 mbar nyomáson [...]. Az alacsonyabb hőmérséklet megőrzi az észtereket, de továbbra is rosszabb ízt eredményez/de az íz még mindig rosszabb/továbbra is gyenge marad.
- Fordított ozmózis: A sört egy mikroszkopikus pórusú finom szűrőn nyomják/préselik át, ahol az alkohol- és vízmolekulák különválnak/elválnak egymástól. (A vese dialízis gépéhez hasonlóan a víz az alacsonyabb koncentrációtól a magasabb koncentráció felé áramlik.) Az alkoholt ebből a keverékből desztillálják le, majd a vizet és a szűrt/felfogott üledéket visszaadják (a sörhöz). Az íz gazdagabb/teljesebb, de enyhén savanykás.
- Forgó kúpok/Forgó kúpos (oszlopos) eljárás: 30°C-ra hevített tárcsák elpárologtatják az alkoholt, forgó mozgása (révén) megköti és tárolja az aromás vegyületeket. A folyadékot egy második alkalommal/másodjára/egy második körben 45°C-on engedik át, további alkohol eltávolítása érdekében/hogy még több alkoholt távolítsanak el. A két megkötött adagot ezután újra összekeverik. Ez a módszer megőrzi az illékony észtereket.

2. Az erjedés gátlása/korlátozása/limitálása

A keletkezett alkohol mennyiségének csökkentése fokozza a maláta ízét/malátásabb ízt eredményez/ad, amely aromák, például izoamil-acetát hozzáadásával szabályozható/korrigálható/javítható. Az erjedés gátlását/korlátozását három fő módon érik el:

- Gyors/Hirtelen hűtés az erjedés közben az élesztő inaktiválására.
- Alacsonyabb hőmérsékletű erjedés/Erjesztés alacsonyabb hőmérsékleten - az megőrzi az észtereket, de aldehideket ad hozzá.
- Más típusú élesztők használata. Egyes élesztők, például a *Saccharomyces roxithi* és az *S. ludwigii*, nem tudják lebontani a maltózt. Mivel az sörlé/cefre cukrok többsége maltóz, az erjedés nem teljes/befejezetlen/nem befejezett, és aldehidek keletkeznek. A teljes erjedés során kevesebb alkoholt termelő, genetikailag módosított élesztőtörzseket is kutatják/figyelembe veszik/számításba veszik.

Kézműves sörfőzési módszerek: A kézműves sörfőzők különböző módszereket részesítenek előnyben/alkalmaznak.

1. Válasszon nehezen erjeszhető gaboná(ka)t, mivel több hosszú szénláncú cukrot tartalmaz(nak). Ez jobb ízt és szájjízt eredményez.
2. Válasszon lassabban erjesztő élesztőt.
3. Állítsa be/Szabályozza a hőmérsékletet az alkoholtartalom csökkentése és a termék ízének fokozása érdekében/[...] hogyan kevesebb alkohol, ugyanakkor több íz legyen a termékben.
4. Válasszon kevésbé keserű komlót, vagy adjon hozzá komlóolajat az íz fokozása érdekében/az íz fokozásához.

Christmas Chemistry from Sweden

Sweden, especially the/its northern parts, is often referred to/called as the "Land of the Midnight Sun". However, this (statement) is only true during the summer. If you/(some)one fly/flies/migrate(s) south with the birds, and spend Christmas in Sweden, you/(some)one will find/discover/realize that for each (and every) midnight sun in winter you have to pay with days when the sun does not rise at all. This dark period is the season of (the) candles in Sweden.

Beeswax candles have/had (already) been made since ancient Roman times. Tallow candles appeared in the 12th century. In 1825, M. A. Chevreul and J. L. Gay-Lussac patented the stearin candle. Today,/Nowadays, candles are made from hard paraffin (melting at 51-55 °C) and stearin. Stearin raises the melting point and extends the burning time/time of burning/duration of burning. Stearin/It is made from palmitic and stearic acids (these acids have melting points of 61°C and 69°C, respectively).

Candle wicks/The wick of the candle are made from woven cotton fibers impregnated/steeped/(marinated) with boric acid, ammonium chloride/sal ammoniac/salmiac, and phosphates. Impregnation is necessary because pure cotton would burn quickly and would produce smoke. After carbonization/charring, the (woven) wick bends, moves out of the path of the flame, and burns away. The cellulose in the wick reacts with the salts used in the impregnation process and decomposes in such a way that it leaves no ash/that no ash remains after(wards).

The candle flame melts and vaporizes the wax, which is then absorbed into the wick through capillary action. The released hydrocarbon molecules play various roles in the combustion process.

[...]

The candle flame is classified as a diffusion flame/is grouped into/sorted into the group of diffusion flames because air diffuses into the fuel (of the flame). (For example, a Bunsen burner burns with a “pre-mixed” flame, because the gas is mixed with air before it ignites.)

If the wick does not bend out of the flame, it overextends and carries/drives more wax into the flame than necessary/needed. In this case, the candle would burn with a sooty flame because the carbon particles are not consumed by the reactions.

[...]

Less than 0.4% of the energy released/produced is emitted as visible light when a candle burns. The bulk of the radiation falls in the infrared range (heat). This is in order/as expected/as it should be, because winter nights in Sweden are not only dark, but also cold, and in the long run the warmth of the candle will keep your well-being much better than endless amounts of fatty ham and glögg/glogg.

Lente Gábor, Ósz Katalin

Az 58. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője – 2026. április 10-12., Pécs

A Magyar Kémikusok Egyesülete 2026-ban immáron 58. alkalommal rendezte meg az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaversenyt. A hosszú idő alatt kikristályosodott hagyományokat követve három fordulóban (iskolai, megyei, országos) fokozatosan nehezedő feladatokat kaptak a diákok: ezek összeállítását a 15 fős Versenybizottság felügyelte *Ósz Katalin* egyetemi docens (Pécsi Tudományegyetem), a Versenybizottság elnöke irányításával. A 2025-2026. évi versenykiírást 2025. végén tettük közzé a verseny honlapján (<https://irinyiverseny.mke.org.hu/>), a nevezők regisztrációja december 12-ig tartott.

Az első forduló írásbeli feladatait 2104 diák írta meg 2026. január 22-én. A 2026. február 26-án tartott második fordulóra 575 diák jutott tovább, ezt megyénként egy-egy központi helyszínen rendeztük meg, s már laborfeladat is volt benne. Végül április 10. és 12. között összesen 204 diák vett részt a háromnapos, remek hangulatú országos döntőn. A versenyzőket összesen 82 kémiatanár és néhány szülő kísérte el, így a döntő a magyar kémiaoktatás egyik legnagyobb közösségi eseménye volt. A 2006-os Irinyi-versenynek a verseny történetében először Pécs városa, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kara adott otthont.

A megnyitót április 10-én este tartottuk a PTE Szentágotthai János Kutatóközpont Bachman Zoltán előadótermében (közkeletű nevén a „Kavics”-ban). Először *Zag Gábor*, Pécs város alpolgármestere köszöntöte a résztvevőket, s rövid beszédében felidézte azokat a kémiai kísérleteket, amelyeket gyermekkorában, a saját otthonában végzett a szülei nem teljes örömeire. Utána *Trócsányi András*, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karának dékánja szólt a résztvevőkhöz. Számára a tanulmányi versenyek szervezése „hazai pálya”, mert a földrajzi diákolimpiára utazó magyar csapat válogatóversenyét ő szervezi, illetve az olimpiára is az ő vezetésével megy a magyar csapat.

Horváth Attila, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karán a Kémiai Intézet igazgatója Szent-Györgyi Albert és Szentágothai János szavait idézve adott jó tanácsokat a versenyzőknek, s végül *Ősz Katalin*, a Versenybizottság elnöke köszöntötte a jelen lévőket és nyitotta meg a versenyt sok sikert és még több közös élményt kívánva diákoknak, tanároknak egyaránt.

Másnap, április 11-én kora reggeli kezdéssel a PTE Természettudományi Karon és a PTE Szentágothai János Kutatóközpontban folytatódott a verseny az írásbeli és gyakorlati fordulókkal. Az előző években már kipróbált és bevált menetrend szerint reggel nyolctól a 9. osztályosok a laboratóriumi gyakorlattal, a 10. osztályosok pedig az írásbelivel kezdték el a versenyt, majd rövid szünet után fordított beosztásban folytatták.

A 9. osztályosoknak a laborfordulóban a kereskedelmi forgalomban kapható trisót kellett jellemezniük sav-bázis titrálás segítségével. A 10. osztályosoknak a versenykiírásnak megfelelően reagens nélküli ionvadászat volt a feladat. A diákok számára a megpróbáltatások kora délután, fél kettőkor értek véget.

Eközben a tanároknak a Körber-teremben *Petz Andrea*, a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztályának elnöke mutatta be az egyesület oktatással kapcsolatos kezdeményezéseit. Ezt követően „Brainstorming: ötletek az Irinyi OKKV megújítására” címmel *Musza Katalin* és *Uhljar Janka* beszélt a Csongrád-Csanád megyei forduló már évek óta sikeresen menő rendhagyó, újító feladatairól és azok fogadtatásáról. Rövid szünet után a döntőn kiadott elméleti feladatok megbeszélése zárta az ebéd előtti programot. Erre azért is nagy szükség van, mert az elméleti és számolási feladatok javítását a döntőre érkező kísérőtanárok végzik. Az idén mintegy ötvenen vettek részt ebben a munkában, munkájuk eredményeként este részleges (vagyis a vasárnapi szóbeli forduló pontszámait még nem tartalmazó) eredményhirdetésre kerülhetett sor. Hálaság vagyunk minden kollégának, akik részt vettek a javításban.

A versenyző diákok számára a délután már a pihenésről szólt. Ennek keretében – és a szép időjárásnak is köszönhetően – megismerhették az egyetemet, illetve Pécs nevezetességeit. A legügyesebbek még egy tiktok kihívást is teljesítettek, aminek a két legügyesebb videót összeállító csapata a másnap délelőtti eredményhirdetésen vehette át a díjakat *Lente Gábortól*.

A részleges eredményhirdetésre a versenybizottság összeállította azoknak a diákoknak a névsorát, akik a másnapi szóbeli fordulón részt vehettek. Emellett estére a részletes írásbeli- és laborpontszámok is felkerültek a PTE TTK Kémiai Intézetének Irinyi-oldalára. A hagyományok szerint azonban ezt az eredményhirdetést mindig megelőzi egy izgalmas program: az idén ez két részből állt.

Az elsőben *Buzafalvi Dénes* vezetésével mutatták be a Nemzetközi Kémiai Tornát (International Chemistry Tournament, IChTo, <https://kemiaitorna.mke.org.hu/>), ami egy nemzetközi csapatverseny középiskolás diákok számára. A résztvevők feladata nem hagyományos, nyitott végű kémiafeladatok megoldása, és a megoldásaik bemutatása angol nyelven. A következő IChTo helyszíne Hoengseong városa Dél-Koreában, időpontja 2026. augusztus 15-19. A magyar delegáció idén 12 diákból áll, a csapatba a 2026. február 14. és 15. között megrendezett budapesti válogatóversenyen lehetett bekerülni.

A második részben „Mi mindenre jó a kémia?” címmel panelbeszélgetést hallgathattak meg a versenyzők sikeres kémikusokkal, ahol a moderátor *Szabó János*, az MKE ügyvezető igazgatója volt. A meghívott beszélgetőtársak pedig a következők voltak:

- *Majtán Márton*, vegyész mérnök és oktató, a MOL Dunai Finomító munkatársa,
- *Urbányi Zoltán*, a Magyar Kémikusok Egyesülete alelnöke, a VRG Therapeutics Zrt. Biologikum fejlesztési igazgatója,
- *Szabó Csaba*, Magyar Vegyipari Szövetség igazgatója,
- *Szalay Péter*, a Magyar Kémikusok Egyesülete elnöke, az Eötvös Loránd Tudományegyetem professzora,
- *Szántay Csaba*, tudományos főtanácsadó, a Richter Gedeon Nyrt. egészségügy- és oktatástámogatási vezetője.

Az este során a beszélgetés résztvevőiről kiderült, hogy nemcsak kémikusként eredményesek, hanem zenészként is lelkesek, előadásukat hála tapssal köszönte meg a hallgatóság.

Vasárnap (április 12-én) a délelőtti szóbeli forduló a PTE Szentágothai János Kutatóközpont legnagyobb előadótermében, a Kavicsban került megrendezésre. A diákok előadásait pontozó zsűri elnöke *Szalay Péter* egyetemi tanár, az MKE elnöke volt, a zsűri tagjai *Bárány Zsolt Béla*

kémia tanár, *Musza Katalin* kémia tanár, egyetemi docens, *Ősz Katalin* egyetemi docens, valamint *Várnagy Katalin* egyetemi tanár voltak. A szóbeli fordulón – ahogy azt már megszokhattuk – tartalmaz, érdekes és remekül felépített 5-5 perces előadásokat hallgathattunk meg, erre minden diáknak 10 perc felkészülési ideje volt. Az idei évben kicsit változtattunk a szóbeli pontozásának a menetén: a maximális pontszám maradt a korábbi években megszokott 25 pont, de idén először minden zsűritag 1 és 25 között pontozott, és a végleges versenyeredménybe a pontszámok átlaga került be. Ahogy *Szalay Péter* elmondta, ez sokkal árnyaltabb különbségtételt tett lehetővé a versenyzők között, így segített a végső sorrend felállításában.

A rendezvény az ünnepélyes eredményhirdetéssel fejeződött be, ahol a szervezőbizottság és a versenybizottság tagjai mellet *Tóth László*, a PTE TTK tudományos dékánhelyettese is gratulált a verseny valamennyi résztvevőjének, köztük a díjazottaknak.

A 2022-ben alapított és idén immár ötödik alkalommal odaítélt, legjobb szóbeli forduló előadásért járó *Pálinkó István* díjat a zsűri döntése alapján idén **Persaits-Pósa Ádám** (Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, felkészítő tanára: *Kiss László*) vehette át.

A verseny 9. és 10. osztályos Irinyi-díjasa 2025-ben a 9. osztályosok közül **Lajkó Linda** (Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, felkészítő tanára: *Dr. Regdon Ibolya*), a 10. osztályosok közül pedig **Desics Panni** (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, felkészítő tanára: *Rakota Edina*) lett.

Az egyes kategóriák helyezettei és a különdíjasok az alábbiak lettek. A sötét háttérrel kiemelt versenyzők az Irinyi-plakettet is elnyerték:

I.A kategória:

1. **Lajkó Linda**, Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanár: *Dr. Regdon Ibolya*)
2. **Kaszab Kristóf**, Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Sinyiné Kővári Györgyi*)
3. **Rokob Zsófia**, Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Homoki Árpád*)

4. **Simon Kornél**, Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóthné Tarsoly Zita*)
5. **Petrásovits Alicia**, Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr (felkészítő tanár: *Póheimné Steininger Éva*)
6. **Takács András**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Rakota Edina*)
7. **Szóllósi László**, Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Sinyiné Kővári Györgyi*)
8. **Kéri Márton**, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest (felkészítő tanár: *Elekne Becz Beatrix*)
9. **Török Zsófia**, Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Klug Viktória*)
10. **Székely Kamilla**, ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium, Budapest (felkészítő tanár: *Molnár Ágnes*)

I.B kategória:

1. **Persaits-Pósa Ádám**, Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanár: *Kiss László*)
2. **Gróf Boglárka**, Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Kertész Róbert*)
3. **Bagu Zsófia Blanka**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)
4. **Palkó Zsófia**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)
5. **Palik Ábris Csanád**, Miskolci Herman Ottó Gimnázium (felkészítő tanárok: *Lövei Gabriella Zsuzsanna, Molnár Krisztina*)
6. **Rácz Kira Mária**, Berettyóújfalui SZC Arany János Gimnázium és Technikum (felkészítő tanár: *Nagyné Gecse Mária*)
7. **Husznai Jácinta Glória**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma, Pécs (felkészítő tanárok: *Csóka Balázs, Petz Andrea*)

I.C kategória:

1. **Németh Noé**, Pécsi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Egészségügyi Technikum és Szakképző Iskola, Szombathely (felkészítő tanár: *Tóthné Nagy Emese*)
2. **Jánószki Enikő Nóra**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest (felkészítő tanárok: *Tóth Edina, Šiška Dávid, Weisz Ilona Mária*)
3. **Kremnicsán Zsombor**, Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanár: *Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó*)

Az I. kategóriában a *legjobb számítási feladatmegoldó* **Kaszab Kristóf** és **Petrásovits Alicia** volt. A *legjobb elméleti feladatmegoldók* **Péter Balázs Bendegúz** és **Bognár Bertalan** lettek. A *gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban a legeredményesebbeknek* **Harmat Balázs Hunor** és **Lajkó Linda** bizonyultak.

II.A kategória:

1. **Desics Panni**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Rakota Edina*)
2. **Bense Tamás István**, Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Klug Viktória*)
3. **Dobos Lilla**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
4. **Wéber Zara**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
5. **Fekete Simon**, Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanár: *Szivós Ádám*)
6. **Rajtik Sándor Barnabás**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
7. **Szell András**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: *Varga Bence, Villányi Attila*)

8. **Deák Patrik László**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Varga Bence*)
9. **Szabó Ármin**, Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium (felkészítő tanár: *Labancz István*)
10. **Nagy Zalán**, Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda, Miskolc (felkészítő tanár: *Jurkó Dávid*)
11. **Verebély Levente Péter**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs (felkészítő tanárok: *László Szilárd, Petz Andrea*)

II.B kategória:

1. **Kiss Mihály**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: *Varga Bence, Villányi Attila*)
2. **Patai Péter**, Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanár: *Szívós Ádám*)
3. **Gonda Sándor**, Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája (felkészítő tanár: *Majláth Gábor*)
4. **Dargai Máté**, Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Bernátné Drávucz Ildikó*)
5. **Kaczmarek Szymon**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: *Varga Bence, Villányi Attila*)
6. **Ritli Abigél**, Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok (felkészítő tanár: *Balázs Zsuzsanna*)
7. **Suhajda Csenge**, Kecskeméti Református Gimnázium (felkészítő tanárok: *Sápi Anikó, Tóth Imre*)
8. **Leiner Emma**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs (felkészítő tanárok: *László Szilárd, Petz Andrea*)
9. **Gelencsér Gergő**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: *Varga Bence, Villányi Attila*)

II.C kategória:

1. **Együd Anna Mikolt**, Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanár: *Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó*)
1. **Galgóczi Ádám István**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest (felkészítő tanárok: *Barabás Gergő, Elekessné Sallai Mónika*)
3. **Vobornik Nóra**, Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanár: *Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó*)

A II. kategóriában a *legeredményesebb elméleti feladatmegoldó Szabó Ármin* lett. A *legeredményesebb számítási feladatmegoldó Bense Tamás* lett. A *gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban Lovas Bernadett, Kiss Mihály, Kaczmarek Szymon*, valamint *Gelencsér Gergő* értek el kiemelkedő eredményt.

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi felkészítő tanárok kaptak elismerést:

Szívós Ádám (Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium)

Sinyiné Kővári Györgyi (Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium)

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi iskolák kaptak különdíjat:

Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium

Lars Herzbach és csapata interaktív előadása a BMW Group Debreceni Gyárában

Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium

Borsodchem Zrt. Gyárlátogatás - Kazincbarcikai Központ

Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium

Bálint Analitika Kft. gyárlátogatás

Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Miskolc

Richter Gedeon Nyrt. gyárlátogatás

Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Egis Zrt. gyárlátogatás
Kecskeméti Református Gimnázium	Euroapi Kft. Gyárlátogatás
Szolnoki Verseyhy Ferenc Gimnázium	Reanal vegyszer-csomag
BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest	BrainVision Center laborlátogatás

Jövőre ismét a Pécsi Tudományegyetem ad otthont az Irinyi Verseny döntőjének, valószínűleg 2027. április 2-4. között. Mindenkit sok szeretettel várunk a jövő évi versenyre is!

A versenyről további információkat talál az alábbi oldalakon:

- <https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/>: a Magyar Kémikusok Egyesülete Irinyi-oldala (innen letölthető a verseny története, a versenykiírás, az egyes fordulók feladatsorai és megoldókulcsaik, valamint fényképek)
- <https://www.ttk.pte.hu/karunkrol/intezetek/kemiai-intezet/58-irinyi-janos-orszagos-kozepiskolai-kemiaiverseny/>: a Pécsi Tudományegyetem Irinyi-oldala (ahol elérhető az írásbeli és a gyakorlati forduló feladatsorai és megoldókulcsa, a verseny elméleti és gyakorlati fordulójának az összesített eredménye, fényképek, valamint információk a versenyhelyszínekről)

A verseny kiemelt támogatója volt a Richter Gedeon Nyrt., az EGIS Gyógyszergyár Zrt., az EUROAPI Hungary Kft., a BorsodChem Zrt. és a Servier Zrt., valamint a Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kara. A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-25-B-0035 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg. Köszönjük a pécsi Tüke Busz Zrt. támogatását.

FŐ TÁMOGATÓK



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti Tehetség
Program



RICHTER GEDEON



euROAPI
Active Solutions for Health

SERVIER
moved by you



Pécsi Tudományegyetem
Általános Orvostudományi Kar

TÁMOGATÓK

**PANNON
PHARMA**
Magyar Gyógyszergyártó



BorsodChem
Chemistry for generations



ABL&E-JASCO
Magyarország Kft.



BÁLINT
ANALITIKA

BVC | SEE
SOMETHING
FIRST
BRAINVISIONCENTER

C.H.Erbslöh
1876

MERCK

REANAL LABOR
Vegyszerkereskedelmi Kft.

MESSER
Gases for Life

TükeBUSZ
Együtt célba érünk!

58. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

Országos döntő feladatai (írásbeli rész)

I.A, I.B és I.C kategória

Munkaidő: 150 perc

Összesen: 180 pont

Elmélet

E1. feladat

20 pont

- I. Az alábbi táblázatban az X és az Y valamilyen vegyületet vagy elemet jelöl. Add meg az egyes sorokban szereplő X, illetve Y betűknek megfelelő elem **vegyjelét** vagy vegyület **képletét**. Minden cellába csak 1-1 megoldást írd! A különböző sorokban ugyanaz a betű más-más ismeretlent is jelölhet!

Reakcióegyenletek (X, Y ismeretlenekkel)	Mi lehet az ismeretlen?
$\text{HX} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{X}^-$	HX:
$\text{H}_2\text{X} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{X}^{2-}$	H₂X:
$\text{X} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{XH}^+ + \text{OH}^-$	X:
$\text{H}_2\text{X} + 2 \text{Y} \rightleftharpoons (\text{YH})_2\text{X}$	H₂X: Y:
$\text{X}(\text{OH})_2(\text{sz}) + \text{H}_2\text{O}(\text{f}) \rightarrow \text{X}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	X:
$2 \text{X}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{X}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$	X:
$\text{XH}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{X}$	X:
$\text{H}_2\text{X}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HX}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	H₃X:
$\text{Na}[\text{X}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{X}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$	X:
$2 \text{X} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$	X:

- II. A fenti táblázatból válogass 1-1 példát azokra a helyekre, ahol a hiányos mondat ezt megkívánja! Vegyjel vagy képlet beírásával tedd igazzá a mondatokat!

A Brönsted-féle sav-bázis értelmezés szerint savként viselkedhetnek molekulák (pl. _____) és ionok (pl. _____) egyaránt. A bázisok között is találunk molekulákat (pl. _____) és ionokat is (pl. _____). A karbonátion (képlete: _____) konjugált savpárja a _____. Az ammóniumion konjugált bázispárja az _____. A vízmolekulának a _____ a konjugált savpárja, a _____ pedig konjugált bázispárja.

E2. feladat

13 pont

Képezz sókat a következő ionok felhasználásával az oszlopokban megadott szempontok szerint! A képleteket írd az oszlop legalsó cellájába! Minden cellába csak egy képletet írd!

Felhasználható ionok:	K^+, PO_4^{3-}	Ca^{2+}, HCO_3^-	$NH_4^+, Fe^{2+}, SO_4^{2-}$	Na^+, Al^{3+}, F^-
Jellemző/csoport:	Szabályos só	Savanyúsó	Kettős só*	Komplex só
Só:				

A timsó néven ismert só ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) melyik csoportba tartozik?

*A kettős sók olyan kristályos vegyületek, amelyek két különböző kationt (fémiont vagy ammóniumiont) és egy vagy több aniont tartalmaznak egyetlen kristályrácsban, sztöchiometrikus arányban.

A sók keletkezhetnek sav-bázis reakcióban, de redoxireakcióban is. Igazold ezt egy-egy reakcióegyenlettel!

h) A felsorolt részecskék közül a neutronok száma itt a legnagyobb:

E4. feladat

12 pont

A következő állításokról el kell döntened, hogy igaz-e (I), vagy hamis (H)! Írd az üres cellába a megfelelő betűjelet!

Állítás:	Igaz (I) vagy hamis(H)?
1. Az $1s^22s^22p^63s^23p^4$ elektronszerkezetű atomnak nincs párosítatlan elektronja.	
2. A periódusos rendszer 2. periódusában levő atomoknak a rendszám növekedésével növekszik az atomsugara, mert egyre több elektron van benne.	
3. Ha a radioaktív rádium $^{226}_{88}\text{Ra}$ alfa sugárzással ($\alpha \equiv \text{He}^{2+}$) bomlik, akkor $^{222}_{86}\text{Rn}$ gáz keletkezik belőle.	
4. A nemesgázok molekularácsban kristályosodnak.	
5. Az elemek és vegyületek is különböző kristályrácsban kristályosodhatnak.	
6. A periódusos rendszer VII.A (17.) oszlopa minden elemének hidrogénnel alkotott vegyülete halmazában hidrogénkötés lép fel.	
7. A nagy moláris tömegű, halmazában hidrogénkötést tartalmazó gázokat lehet a legkönnyebben cseppfolyósítani más gázokhoz képest.	
8. A jódkristály oldása alkalmas arra, hogy azonosítsuk a vizet, az etanolt és a benzint, ha a három folyadékot felirat hiányában kell megkülönböztetni egymástól.	

9. Az emulgeálószer hozzáadásával gyorsíthatjuk az alkohol oldódását acetonban.	
10. A kémiai reakciók legnagyobb sebességgel gázfázisban játszódnak le.	
11. A gázfejlődéssel járó reakciók mindig endoterm folyamatok.	
12. A katalizátorok olyan anyagok, amelyek azáltal gyorsítják meg a kémiai reakciót, hogy kisebb aktiválási energiájú reakcióutat nyitnak meg.	

E5. feladat**18 pont**

Az alábbi táblázatban egyensúlyi reakciókkal kapcsolatos ismeretek jelennek meg.

Ha az egyensúlyi rendszerre az adott környezeti tényező változása nincs hatással, akkor írd a cellába egy \emptyset jelet; ha az egyensúlyi rendszer az adott környezeti tényező változása esetén a termékképződés irányába tolódik el, akkor írd a cellába egy \rightarrow jelet, míg a visszaalakulás irányába történő eltolódást \leftarrow jellel jelöld!

<p>A környezeti hatás változása:</p> <p>A végbement folyamat: Add meg a folyamat egyenletét is ott, ahol ez nincs megadva!</p>				
	vaskatalizátor alkalmazása	a tartályban alkalmazott nyomás csökkentése	higroszkópos tulajdonságú anyag hozzáadása	víz bevezetése

az ammónia szintézise: + \rightleftharpoons				
a kén-dioxid és az oxigén reakciója: + \rightleftharpoons				
$\text{CH}_3\text{COOH(f)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH(f)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5\text{(f)} + \text{H}_2\text{O(f)}$				
a szén-dioxid és a víz reakciója: + \rightleftharpoons				
$\text{C(sz)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$				
a hidrogén-jodid-gáz elemeire történő bomlása: \rightleftharpoons +				
a nitrogén-dioxid dimerizációja: \rightleftharpoons				

Számítás

Sz1. feladat

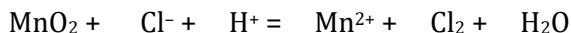
27 pont

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 számítás menetét nem kell leírni! Sőt, számolni sem mindig kell, a feladat megoldásához ugyanis segítségedre lehet egy nevezetes Sherlock Holmes idézet: „Ha a lehetetlent kizártuk, ami marad, az az igazság...” (Forrás: Arthur Conan Doyle: Sherlock Holmes kalandjai, A berillköves diadém c. novella. Fordította: Boronkay Zsuzsa)

1. Hányszoros tömegűre kell hígítani a 20,0 m/m%-os nátrium-hidroxid oldatot, hogy 2,00 n/n%-os legyen?
 - A) 2,22-szoros
 - B) 4,00-szeres
 - C) 4,61-szoros
 - D) 5,06-szoros
 - E) 10,0-szeres
2. 1,00 dm³ szén-monoxidhoz 2,00 dm³ levegőt kevertünk (a levegő oxigéntartalma 20%). Az égés teljes végbemenetele után keletkező gázban mekkora a nitrogén mennyisége?
 - A) 42,1%
 - B) 53,5%
 - C) 61,5%
 - D) 80,0%
 - E) 88,9%
3. Egy gázelegy 2,0:7,0 tömegarányban tartalmaz hidrogént és nitrogént. Határozd meg a hidrogén térfogatszázalékos mennyiségét!
 - A) 20%
 - B) 22%
 - C) 40%
 - D) 50%
 - E) 80%
4. Milyen arányban kell összekeverni 20 tömegszázalékos és 50 tömegszázalékos oldatot, hogy 45 tömegszázalékos oldatot kapjunk?
 - A) 1:6
 - B) 1:5
 - C) 1:3
 - D) 1:1
 - E) 5:1

5. Egy metánt és szén-dioxidot tartalmazó gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége 0,793. Határozd meg, hogy 1,00 m³ gázkeverék elégetéséhez mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigén szükséges.
- A) 0,10 m³
 - B) 0,50 m³
 - C) 1,50 m³
 - D) 2,00 m³
 - E) 2,50 m³
6. Összekeverünk azonos tömegű kristályos réz-szulfátot és vizet. Határozd meg az egyensúly beállta után a szilárd és folyadékfázis tömegarányát, ha ezen a hőmérsékleten a vízmentes réz-szulfát oldatossága 20,3 g só/100 g víz, s a szilárd fázis továbbra is kristályos réz-szulfát!
- A) 0:1,00
 - B) 1,00:1,00
 - C) 0,47:1,00
 - D) 0,68:1,00
 - E) 1,32:1,00
7. Milyen volt a kiindulási rendszerben a N₂:H₂ anyagmennyiségarány, ha az N₂(g) + 3 H₂(g) ⇌ 2 NH₃(g) reakció szerint az egyensúlyi rendszerben a [N₂]:[H₂]:[NH₃] = 1:1:2? A kiindulási tartály ammóniát nem tartalmazott.
- A) 1:3
 - B) 1:2
 - C) 1:1
 - D) 2:1
 - E) 3:1
8. 100 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát oldat mekkora tömegű jóddal reagál az alábbi – rendezendő – egyenlet alapján?
- $$\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$$
- A) 1,27 g
 - B) 2,54 g
 - C) 6,35 g
 - D) 12,7 g
 - E) 25,4 g

9. 8,7 gramm MnO_2 -ből mekkora térfogatú 0,2 MPa nyomású és 27°C hőmérsékletű klórgáz fejleszthető az alábbi – kiegyesíthető – egyenlet alapján?



- A) 1,25 dm³
- B) 2,45 dm³
- C) 4,90 dm³
- D) 12,5 dm³
- E) 24,5 dm³

Sz2. feladat

15 pont

A struvit egy alkáliföldfémiont és egy másik kationt tartalmazó ásvány, amelynek képlete: $\text{XYPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. A vegyület 44,03 tömegszázalék kristályvizet és 6,52 tömegszázalék hidrogént tartalmaz, 60,0 grammjában pedig $1,909 \cdot 10^{25}$ db proton van összesen. Mi X és Y képlete?

Sz3. feladat

14 pont

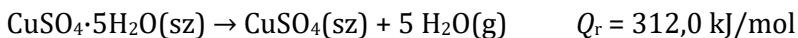
100 g 30,0 tömegszázalékos foszforsavoldatot szeretnének készíteni foszfor-pentaoxidból. Az oldatkészítés rendezendő egyenlete a következő: $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$

- a) Írd fel a rendezett reakcióegyenletet!
- b) Mekkora tömegű vizet és foszfor-pentaoxidot kell összemérni az oldat elkészítéséhez?
- c) 100 g vízhez hány gramm foszfor-pentaoxidot kell hozzámérni, hogy 45,0 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

Sz4. feladat

10 pont

Homokkal szennyezett kristályos réz-szulfát porkeverék 100,00 grammját szeretnének átkristályosítással ismét hasznosíthatóvá tenni úgy, hogy vízmentes réz-szulfáthoz jussunk. Emiatt a szennyezett pormintát forró vízben történő „oldás” után a nem oldódó résztől szűréssel elválasztottuk. A 80°C -os oldatból a 15°C -ra hűtés során a réz-szulfát nagy része réz-szulfát-pentahidrát formájában kikristályosodott. A kristályok mellett 102,2 gramm hidegen telített oldat („anyalúg”) maradt vissza (ezen a hőmérsékleten a CuSO_4 oldhatósága 19,1 g vízmentes só/100 g víz). A kinyert $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ot kiizzítottuk az alábbi egyenlet szerint; a kiizzításhoz 79,73 kJ hőre volt szükség.



Számolással határozd meg:

- Hány gramm vízmentes réz-szulfáthoz jutottunk a kiizzítást követően?
- Az előállított CuSO_4 anyagmennyisége hány százaléka a kiindulási pormintában lévő CuSO_4 anyagmennyiségének?
- A porkeverék hány tömegszázaléka volt homok?

Sz5. feladat

20 pont

A szintézisgáz a vegyipar egyik fontos alapanyaga, belőle számos vegyület (pl. metanol, hangyasav stb.) állítható elő. A folyamat során a metánt 1000°C -on vízgőzzel reagáltatják, szén-monoxid és hidrogéngáz képződése közben. A reakció megfordítható.

- Írd fel a szintézisgáz előállításának reakcióegyenletét!

Egy zárt, $5,00 \text{ dm}^3$ térfogatú tartályba $100,0 \text{ g}$ metánt és $100,0 \text{ g}$ vízgőzt töltenek, majd 1000°C -on beindítják a reakciót. Az egyensúly beállásáig a metán $25,0\%$ -a alakul át.

- Számítsd ki a folyamat egyensúlyi állandóját!

Egy másik, ugyanolyan tartályba a $100,0 \text{ g}$ metánt és $100,0 \text{ g}$ vízgőzt tartalmazó elegyhez valamekkora tömegű szén-monoxid-gázt is adnak, majd a reakciót beindítják (ismét 1000°C -on). A metán átalakulása ebben az esetben $15,0\%$ -os.

- Mekkora tömegű szén-monoxidot keverték a kiindulási elegyhez?

Sz6. feladat

15 pont

$0,7626 \text{ g}$ tömegű, kristályvizes ammónium-foszfátot feleslegben lévő nátrium-hidroxid-oldatban oldunk fel. A fejlődő gázt teljesen kiforraljuk az oldatból és elnyeletjük $25,00 \text{ cm}^3$ $0,435 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kén-savoldatban. A reakció után megmaradt kénsavat $21,30 \text{ cm}^3$ $0,492 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal közömbösítjük.

- Írd fel a lejátszódó három reakció rendezett egyenletét!
- Számítsd ki, hogy hány mól vízzel kristályosodik az ammónium-foszfát és add meg a kristályvizes ammónium-foszfát képletét!

58. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Országos döntő (laboratóriumi gyakorlat)

I.A, I.B és I.C kategória

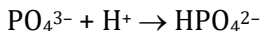
Munkaidő: 120 perc

Összesen: 50 pont

Trisó vizsgálata sav-bázis titrálással

A trisó (trinátrium-foszfát, Na_3PO_4) vízben jól oldódó, erősen lúgos kémhatású fehér por, amelyet főként háztartási zsíroldásra, vízlágyításra, ruhák áztatására és lefolyótisztításra használnak. Hatékonyan távolítja el a makacs olajos szennyeződések, növeli a mosószerek hatékonyságát; lúgos kémhatása önmagában is fertőtlenítő hatású.

A mai feladatban a háztartási boltokban kapható egyik trisómárka összetételét kell meghatároznod sav-bázis titrálás segítségével. A meghatározás alapja, hogy a foszfácion enyhén lúgos átcsapási tartományú indikátort használva erős savval egyértékű bázisként titrálható a következő egyenlet szerint (amely már rendezve van):



Erős savként sósavat használsz majd, amelynek pontos koncentrációját a címdalton találod meg, indikátorként pedig timolftalein oldatát, amelynek átcsapási tartománya 9,3–10,5. A timolftalein 10,5-ös pH fölött élénkkék színű, 9,3-as pH alatt színtelen.

Munka előtti gondolkozás

A trisó oldata erősen lúgos kémhatású. Írd fel annak a megfordítható reakciónak a rendezett egyenletét, amely a lúgos kémhatást okozza:

Vajon befolyásolja-e ez a reakció a titrálásnál a fogyás értékét? Válaszodat röviden indokold!

Útmutató a meghatározáshoz

- I. Az asztalon találod egy $100,00 \text{ cm}^3$ térfogatú mérőlombikban a szilárd trisó pontosan bemért mennyiségét. A bemért tömeget az első lapon találod meg.

- II. A mérőlombikot töltsd meg nagyjából kétharmadáig desztillált vízzel, és teljes egészében oldd fel a szilárd anyagot! Ehhez türelem kell, akár négy-öt perces rázogatásra is szükség lehet. A trisó oldáshője kimondottan kicsi, a benne lévő egyéb komponensektől függően gyengén exoterm vagy gyengén endoterm is lehet, ezért nem kell attól tartani, hogy a lombik felmelegszik. Miután a szilárd anyag teljes mennyisége feloldódott, töltsd fel jelig a mérőlombikot, majd a tartalmát alaposan rázd össze!
- III. Az így elkészített törzsoldatból pipettával mérjél ki titráló- vagy kis Erlenmeyer-lombikokba 10,00–10,00 cm³-es mintákat! A hasas pipettád kétjelű. Adj a mintákhoz 3-4 csepp timolftalein indikátort!
- IV. Töltsd fel a bürettát a kiadott sósavoldattal!
- V. Titráld meg a mintákat a sósavoldattal! Az oldathoz keverés mellett addig kell adagolnod a sósavoldatot, amíg az indikátor élénkkek színből színtelenné válik.
- VI. Végezz három párhuzamos mérést!

Feladatok és számítások

A mérési adatokat és az átlagfogyást **két tizedes jegy** pontossággal jegezd fel az alábbi táblázatba! Minden további eredményt **négy értékes jegy** pontossággal adj meg!

A sósavoldat pontos koncentrációja:	0,1015 mol/dm ³
1. fogyás: cm ³
2. fogyás: cm ³
3. fogyás: cm ³
átlagos fogyás: cm ³

1) Számítsd ki, hogy:

- a) mennyi a 10,00 cm³ mintában lévő Na₃PO₄ anyagmennyisége,
 b) mennyi a 100,00 cm³ mintában lévő Na₃PO₄ tömege,
 c) mennyi a kapott trisóminta tömegszázalékos Na₃PO₄-tartalma.

A számítások során a következő moláris tömegeket használd:

$A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{Na}) = 22,99$; $A_r(\text{P}) = 30,97$

10,00 cm³ mintában lévő Na₃PO₄ anyagmennyisége: mol
100,00 cm³ törzsoldatban lévő Na₃PO₄ tömege: g
a trisóminta tömegszázalékos Na₃PO₄-tartalma: %

Számítások (a számítások a feladatlap hátulján folytathatók):

Munka utáni gondolkozás

2) Számítsd ki, hogy az eljárásban mennyi lett volna a fogyás értéke, ha a kapott trisóminta teljesen tiszta Na₃PO₄ lenne!

a 10,00 cm³ egyedi mintára várható fogyás: cm ³
--	-----------------------

3) Semmilyen jel nem utal arra, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható trisó különböző anyagok keveréke lenne. Ha tényleg nem keverék a minta, akkor mi lehet az oka a várt és a tapasztalt érték eltérésének? Javaslatodat számítással támaszd alá!

Számítások (a számítások a feladatlap hátulján folytathatók):

**58. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny
Országos döntő feladatai (írásbeli rész)**

II.A, II.B és II.C kategória

Munkaidő: 150 perc

Összesen: 180 pont

Elmélet

E1. feladat

10 pont

Növekvő forráspont szerint állítsd sorrendbe a következő anyagokat!

- pentán; propán; heptán
- 2-metilheptán; 3,3-dimetilhexán; oktán
- aceton; bután; propán-1-ol
- ecetsav; propanal; propán-2-ol
- ecetsav; glikol; propán-1-ol

E2. feladat

10 pont

A vízmolekulák mellett milyen molekulák és milyen ionok vannak a felsorolt anyagok vizes oldataiban? Add meg az alábbi táblázatban a megfelelő részecskék képleteit. (A víz ionjai közül csak a nagyobb mennyiségűt írd be!)

Anyag:	Vizes oldatában lévő részecskék (képlettel):			
HF				
HCOONa				
NH ₄ Cl				
SO ₂				
K ₂ CO ₃				

E3. feladat

9 pont

A következő állítások sorának üres cellájába írd be a megfelelő betűjelet!

- Ecetsav
- Szőlőcukor
- Mindkettő
- Egyik sem

1) Elektrolit, vizes oldata vezeti az elektromos áramot.	
2) Molekulája C-, H- és O-atomokból épül fel.	
3) Égése endoterm folyamat.	
4) Vizes oldatának ízét a hidroxidionoktól nagyobb koncentrációjú oxóniumion okozza.	
5) Apoláris oldószerben kiválóan oldódik.	
6) A mészkövet feloldja (kémiaailag).	
7) Hő hatására karamellizáció következik be.	
8) A szénhidrátok közé tartozik.	
9) Molekularácsos anyag.	

E4. feladat**25 pont**

Keresd a párját! A bal oldali oszlopban található nevekhez keresd meg a képletüket a képlettárból, majd írd a „képlet” rovatba!

A szerves vegyület neve:	képlete:	Képlettár:
Ecetsav		CH_4
Etanol		C_2H_4
Etilén (etén)		C_8H_{18}
Metán		$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$
Oktán		$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
Szőlőcukor		$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
Tridekán		$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$
C-vitamin		$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Válaszolj a felsorolt vegyületekkel kapcsolatos kérdésekre! Válaszaidat a bekeretezett téglalapokba írd be!

1. A biológiai ecet(sav) előállítás az etanol levegőn történő oxidációját jelenti, amelyet kondenzáció kísér. Reakcióegyenlete:

2. A szőlőcukor alkoholos erjedésének reakcióegyenlete:

3. Az eténmolekula alakja:

kötésszöge:

a C–H kötés(ek) polaritása:

--

a molekula polaritása:

--

4. A metánmolekula alakja:

--

kötésszöge:

--

5. A kőolajfinomítás során elkerülendő például a tridekánmolekula láncszakadása. Ha ez bekövetkezne, az oktán mellett milyen öszszegképletű szénhidrogén keletkezne? Reakcióegyenlettel válaszolj!

--

6. A szőlőcukor a fotoszintézis során keletkezik. Írd fel a reakció egyenletét!

--

7. A tridekán a repülőgépek kerozin nevű üzemanyagának egyik komponense. Írd fel a tridekán tökéletes égésének reakcióegyenletét!

--

Milyen halmazállapotúak a végtermékek közvetlenül azután, hogy elhagyták a repülőgépet „kipufogóját”? (A repülő utazómagassága kb. 10 km, ahol a nyomás kb. negyede a légköri nyomásnak, a hőmérséklet pedig (-50) - (-60) °C)

--

Milyen halmazállapotúak a végtermékek sok idővel azután, hogy elhagyták a „kipufogót”?

--

Mi ennek a halmazállapot-változásnak a neve?

8. Mi a neve a C-vitamin hiánya okozta betegségnek?

Szent-Györgyi Albert Nobel-díjas biokémikusnak a tudományos kutatáshoz sok C-vitaminra volt szüksége. Miből vonta ki ezt – az aszkorbinsavnak is nevezett – vegyületet?

E5. feladat

18 pont

A következő reakciók közös tulajdonsága, hogy mindegyikben a víz a reakciópartner. Hogy minek a partnere, azt a következő információk alapján kell kiderítened! Add meg a keresett vegyületek **nevét** és képletét (ez utóbbit **félkonstitúciós képlettel**, pl. H_3C-CH_3)! A folyamatok többnyire egyensúlyra vezetnek.

Vegyület vagy ion		+ H ₂ O = Termék/termékek
Képlet:		+ H ₂ O = metándiol
Név:		
Képlet:		+ H ₂ O = etanal
Név:		
Képlet:		+ H ₂ O = bután-2-ol
Név:		

Kép- let:		+ H ₂ O = fenoxidion (feno- látion) + oxónium- ion
Név:		
Kép- let:		+ H ₂ O = etánsav + propán-2-ol
Név:		
Kép- let:		+ H ₂ O = etanol + hidroxidion
Név:		

Számítás

Az Sz1-Sz6 számítási feladatokat a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

27 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 számítás menetét nem kell leírni! Sőt, számolni sem mindig kell, a feladat megoldásához ugyanis segítségedre lehet egy nevezetes Sherlock Holmes idézet: „*Ha a lehetetlent kizártuk, ami marad, az az igazság...*” (Forrás: Arthur Conan Doyle: Sherlock Holmes kalandjai, A berillköves diadém c. novella. Fordította: Boronkay Zsuzsa)

1. Egy metán-etán-elegy átlagos moláris tömege 23 g/mol. Add meg az elegyben a metán tömegszázalékos tartalmát!
 - A) 23,2%
 - B) 34,8%
 - C) 43,2%
 - D) 50,0%
 - E) 84,7%
2. Etán-etin-elegy 10 mólja közösleges körülmények között 6 mol brómmal reagál. Határozd meg az elegy etántartalmát!
 - A) 20 $m/m\%$
 - B) 30 $n/n\%$
 - C) 35%
 - D) 50 $n/n\%$
 - E) 70 $V/V\%$
3. Metán és etén 200 °C-os elegyének 5 mólját elégetve a képződő termékek térfogata azonos körülmények között az eredeti elegy 3,4-szerese lett. Mekkora volt a gáz metántartalma?
 - A) 30%
 - B) 40%
 - C) 50%
 - D) 60%
 - E) 70%
4. Egy metán-vízgőz-elegy 75 térfogatszázalék metánt tartalmaz. A reakció lejátszódása után a keletkező gázelegyben mekkora lesz a hidrogéntartalom ugyanolyan körülmények között?
 - A) 25%
 - B) 30%
 - C) 33%
 - D) 50%
 - E) 100%

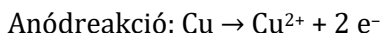
5. $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsav $20,0 \text{ cm}^3$ -ének közömbösítéséhez mekkora térfogatú $1,04 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű, $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat szükséges?
- A) $0,00200 \text{ cm}^3$
 - B) $10,0 \text{ cm}^3$
 - C) $13,6 \text{ cm}^3$
 - D) $10,0 \text{ dm}^3$
 - E) Nem meghatározható.
6. Szén-monoxid és etilén 2:3 elegyéhez kétszeres térfogatú nitrogént keverve, hogyan változik meg a rendszer átlagos moláris tömege?
- A) $2,0 \text{ g/mol}$ -al csökken.
 - B) 15 g/mol -re csökken.
 - C) Nem változik.
 - D) 10 g/mol -al nő.
 - E) 30 g/mol -al nő.
7. 200 g 23 tömegszázalékos etanol-oldatból legfeljebb mennyi acetaldehid állítható elő réz(II)-oxiddal?
- A) $63,5 \text{ g}$
 - B) 46 g
 - C) $0,10 \text{ mol}$
 - D) $1,0 \text{ mol}$
 - E) $2,0 \text{ mol}$
8. Mekkora oxigénfeleslegben égettünk el etiléngázt, ha a vízmentes füstgáz harmada a szén-dioxid?
- A) $10,00\%$
 - B) $66,67\%$
 - C) $100,0\%$
 - D) $133,3\%$
 - E) $200,0\%$

9. $200 \text{ cm}^3 \text{ pH} = 2 \text{ HNO}_3$ - és $800 \text{ cm}^3 \text{ pH} = 11 \text{ NaOH}$ -oldatot összekeverve milyen pH-jú oldatot kapunk? Ilyen híg oldatok esetén a térfogatok összeadhatók.
- A) 2,92
 - B) 6,51
 - C) 7,00
 - D) 10,0
 - E) 11,1

Sz2. feladat

9 pont

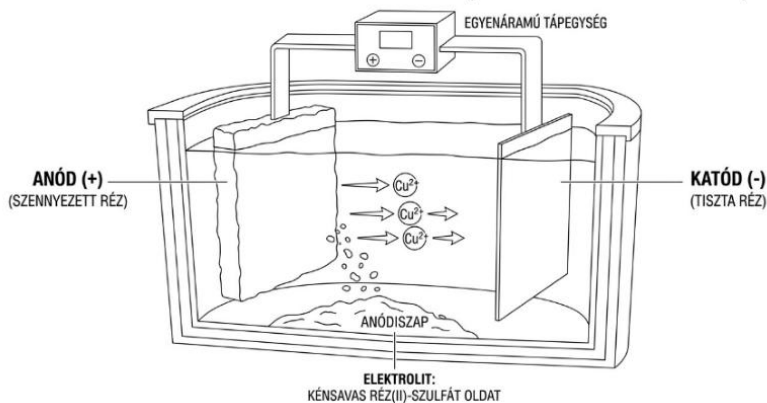
Az elektronikai iparnak nagy tisztaságú (99,99%) rézre van szüksége, mert már 0,1% szennyeződés is drasztikusan rontja a vezetőképességét. A réz előállítása során az első lépésben a kalkopiritet (CuFeS_2) pörköléssel részlegesen oxidálják, majd homok hozzáadásával megolvasztják, és a meddő eltávolítása után a réz(II)-oxidot redukálják rézzé. Az így kapott nyersréznek még magas a szennyeződéstartalma, ezért raffinálással tisztítják, aminek a lényege, hogy a szennyezett nyersrezt (úgynevezett anódrezt) elektromos áram segítségével tiszta rézzé alakítják át. Az elektrolízis kénsavval savanyított réz(II)-szulfát-elektrolitban történik, ahol anódnak kapcsolják a szennyezett réztömböt, míg a katód egy nagy tisztaságú, vékonyabb rézlemez. Az alábbi folyamatok játszódhatnak:



A folyamat során tehát az anódon a szennyezett réztömb lassan beoldódik, majd a tiszta réz kiválik a katódon, a szennyeződés pedig az anódiszapban halmozódik fel.

Számítással határozd meg, hogy milyen tisztaságú volt az a nyersréz tömb, amelynek a tömege az elektrolízis során 2,70 kg-mal csökkent! Az elektrolízist 24 órán át 100 A áramerősséggel végezték 93,5%-os áramkihasználtság mellett.

A RÉZ ELEKTROLITIKUS FINOMÍTÁSA (EGYSZERŰSÍTETT ÁBRA)



Sz3. feladat

19 pont

Egy kétértékű sav nátriummal alkotott szabályos sóját és savanyúsóját vizsgáljuk. Mindkét só kristályvíztartalma; a szabályos só 1 mólnyi mennyiségében 3-szor több molekula kristályvíz van, mint a savanyúsó 1 mólnyi mennyiségében. Ha a kétféle kristályvizes sót 1:1 anyagmennyiség-arányban összekeverjük, akkor a keverék 7,14 tömegszázaléka hidrogén és 54,83 tömegszázaléka oxigén.

- Az adatok alapján bizonyítsd be, hogy a kétértékű savban nincsen oxigén!
- Add meg a két vegyület, azaz a kristályvizes szabályos só és a savanyúsó képletét! (A feladat b) részét úgy is meg lehet oldani, ha az a) részt nem sikerült bebizonyítanod. Ekkor használd fel a számításhoz azt a megállapítást, miszerint a kétértékű savban nincsen oxigén.)

Sz4. feladat

23 pont

Egy kísérleti reaktorban SO_2 és O_2 katalitikus reakcióját vizsgálták. A reaktor térfogata $5,00 \text{ dm}^3$, a benne lévő gázelegy 961 gramm volt. A kiindulási gázelegy 50-50 térfogatszázalékban tartalmazta a két kiindulási anyagot, a hőmérséklete $160 \text{ }^\circ\text{C}$ volt. A gyártás első fázisában (az egyensúly beállta előtt) két alkalommal vettek mintát; a mintavevő személyek Sára és Zoltán.

- Sára megállapította, hogy mintavételkor a gázelegynek 50,5 g/mol volt az átlagos moláris tömege.
- Zoltán mérési adatai szerint a gázelegy térfogatszázalékos összetétele: 34,6% SO₂, 44,8% O₂ és 20,6% SO₃.

A kémiai egyensúly beálltakor a következő két koncentrációt mérték a reaktorban: [SO₂] = 1,2 mol/dm³; [O₂] = 1,6 mol/dm³.

- a) Írd fel a lezajló reakció egyenletét!
- b) Ki vett korábban mintát a két mintavevő személy közül?
- c) A későbbi, de még nem egyensúlyi mintavétel idején hány grammal kevesebb SO₂ volt a reaktorban, mint a korábbi mintavételnél?
- d) Mennyi a végállapotban a SO₃ koncentrációja, és mekkora az egyensúlyi állandó értéke a reakció hőmérsékletén?
- e) Add meg a gázelegy sűrűségét a kiindulási állapotban, Sára mérésekor, Zoltán mérésekor és az egyensúlyban is!

Sz5. feladat

14 pont

120 gramm tömegű, 10,0 tömegszázalékos nátrium-klorid-oldatot 1,00 A áramerősséggel 10,0 percen át indifferens elektródok között elektrolizálunk. Milyen lesz a kapott 25,0 °C hőmérsékletű oldat pH-ja, ha tudjuk, hogy a sűrűsége 1,01 g/cm³? A keletkező termékek visszaoldódásával nem kell számolni.

Sz6. feladat

16 pont

Egy ritka, kétféle elemből álló vegyület 780,5 mg-ját oxigénben hevítve a kétféle alkotó elem oxidjának szilárd keveréke keletkezik: az első oxidból 664,5 mg, a másodikból 444,0 mg. A második oxid oxigéntartalma 28,83 tömegszázalék. Mi a két oxid és mi a ritka vegyület tapasztalati képlete, ha tudjuk, hogy az egyik oxidban az elem oxidációs száma +5?

58. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny
Országos döntő (laboratóriumi gyakorlat)
II.A, II.B és II.C kategória

Munkaidő: 120 perc

Összesen: 50 pont

Bemelegítés

Ezt a feladatot csak elméletben kell megoldanod, kísérletet nem kell végezni hozzá. Pontot viszont erre a részre is kapsz majd!

Adott hat kémcső: **A, B, C, D, E** és **F**. Mindegyik egyetlen vegyület oldatát tartalmazza az alábbiak közül:

AgNO₃, AlCl₃, CoSO₄, CuSO₄, FeCl₃, Hg(NO₃)₂, K₃PO₄, Na₂CO₃, NiSO₄

A vegyületek azonosításához mindegyik oldatot NaOH-oldattal reagáltatjuk. A tapasztalatok a következők:

Kémcső betű-jele	+ nátrium-hidroxid
A	nincs látható változás
B	fehér csapadék jelenik meg, amely a reagens feleslegében oldódik
C	rózsaszínű csapadék jelenik meg, amely állás hatására lassan megbarnul
D	zöld színű csapadék jelenik meg
E	vörösbarna csapadék válik le
F	sárga csapadék válik le

A kísérleti tapasztalatok alapján öt vegyületet azonosítani lehet, egyre viszont még két lehetőség marad. Írd be az alábbi táblázatba a felismerhető öt vegyületet! Ahol két lehetőség maradt, ott mind a kettő képletét írd be a táblázatba!

A vegyületek azonosítása:

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat	F oldat
Vegyület(ek):						

Milyen reagenssel és milyen megfigyelés alapján lehetne különbséget tenni abban az esetben, ahol két vegyület is megfelel a tapasztalatnak?

Add meg a következő oldatok összeöntésekor lejátszódó folyamat(ok) rendezett reakcióegyenletét.

	Az összeöntés során lejátszódó reakció(k) egyenlete(i):
B + NaOH	
C + NaOH	
D + NaOH	
E + NaOH	
F + NaOH	

Tényleges laborfeladat

Az asztalon egy főzőpohárban találsz hat kémcsövet, a jelzésük: **A, B, C, D, E** és **F**. Mindegyik egy kation és egy anion vizes oldatát tartalmazza a következő hat lehetőség közül:

- kationok: Ag^+ , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+}
- anionok: Cl^- , I^- , NO_3^- , OH^- , S^{2-} , SO_4^{2-}

Mind a kationokra, mind az anionokra igaz, hogy van egy közülük, amelyek egyik oldatban sincsen, illetve van egy olyan is közöttük, amelyik két oldatban szerepel!

Azonosítsd mind a hat oldatban az aniont és kationt! A vizsgálatokhoz a kémcsőben lévő kb. 10 cm³-nyi mintákon kívül csak üres kémcsöveket és ioncserélt vizet használhatsz. A minták kis részleteit reagáltasd egymással úgy, hogy az egyik reagensből először csak néhány csepp oldatot adagolj, majd utána többet, és figyeld meg a változást. Jegyezd fel a tapasztalatokat! 5-10 perc eltelte után is érdemes ellenőrizni az összeöntött oldatokat!

A tapasztalataidat a következő táblázatban foglald össze:

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat
B oldat					
C oldat					
D oldat					
E oldat					
F oldat					

Következtess ki, melyik kation és melyik anion nem szerepel egyik mintában sem. Indokold is meg, miért nem lehet az adott ion a kiadottak között!

A szóbeli témakörei

Összesen: 25 pont

I.A és I.C kategória:

Molekulák alakja és polaritása példákon keresztül

I.B kategória:

Oldatok, oldódás, oldhatóság

II.A (és II.C) kategória:

A HCl reakciói

II.B kategória:

Az oxigén szerves vegyületei: csoportosítás és reakciók

Eredmények

I.A kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Lajkó Linda	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Dr. Regdon Ibolya	19	10	16	10	18	27	15	14	10	19	15	49	21.8	243.8
Kaszab Krisztof	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Sinyiné Kővári Györgyi	20	12	16	11	17	27	15	14	10	20	15	39	22	238
Rokob Zsófia	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Homoki Árpád	19	11	16	11	17.5	27	15	14	10	19	15	42	19.8	236.3
Simon Kornél	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tar-soly Zita	19	13	16	12	14	27	11	14	9	20	15	42	23.2	235.2
Petrásovits Alicia	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium	Pöheimné Steinger Éva	20	13	15	12	15.5	27	15	14	10	20	15	34	17	227.5
Takács András	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Rakota Edina	20	13	16	12	15	27	11	9	10	20	15	40	-	208
Szóllósi László	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Sinyiné Kővári Györgyi	19	13	15	12	14.5	24	15	14	9	17	15	37	-	204.5
Kéri Márton	Jedlik Ányos Gimnázium	Elekné Becz Beatrix	17	11	16	12	16.5	24	15	14	10	18	15	36	-	204.5
Török Zsófia	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Klug Viktória	19	13	15	12	17.5	24	15	12	10	19	14	32	-	202.5
Székely Kamilla	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium	Molnár Ágnes	20	10	16	11	16	18	15	9	9	17	14	46	-	201
Erdősi József Gábor	Szombathelyi Kanizsai Dorottya Gimnázium	Tóthné Dancs Andrea	18	11	16	12	18	18	1	9	10	20	15	47	-	195
Kecskés Mátyas	Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Szakkollégium	Borzák István és Drozdik Attila	16	9	15	11	12.5	18	15	14	9	19	15	38	-	191.5
Antal Dávid	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Homoki Árpád	17	11	16	9	10.5	18	15	11	9	18	13	43	-	190.5
Endrődy Máté Zsolt	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium	Molnár Ágnes	18	13	14	9	14.5	21	11	14	9	14	15	37	-	189.5
Halász Dávid	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Rakota Edina	10	11	16	11	15	21	13	7	7	20	15	43	-	189

I.A kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Várszegi Levente	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Rakota Edina	8	12	15	11	14.5	24	15	14	8	11	14	40	-	186.5
Gyimesi Regina	Jedlik Ányos Gimnázium	Elekné Becz Beatrix	14	13	16	9	16	24	5	8	9	17	11	41	-	183
Sziklai Eszter	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium	Molnár Ágnes	14	6	16	12	17	21	15	6	8	13	15	40	-	183
Szukics Emma	Berzsenyi Dániel Gimnázium	Sezebényi Sándor	15	9	16	12	14.5	18	11	8	5	18	14	42	-	182.5
Balassa Ádám	Türr István Gimnázium és Kollégium	Bostai Csilla	18	11	15	11	15.5	24	11	8	9	10	15	34	-	181.5
Csonka Sebestyén	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	Lászkó Szilárd, Petz Andrea	16	11	16	10	18	24	2	6	10	19	15	34	-	181
Csikós Attila	Városmajori Gimnázium	Karácsonyi Virág	17	9	15	11	17.5	27	3	14	9	18	2	36	-	178.5
Zima Levente	Kaposvári Táncscsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix Csilla	14	7	15	12	15	18	15	12	10	16	6	37	-	177
Keresztes Zalán	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Dr. Bóbits Lilla	10	11	15	8	13.5	21	15	9	9	20	1	39	-	171.5
Erdei Ábá Sándor	Budapest I. Kerületi Toldy Ferenc Gimnázium	Szarkowicz Judit	13	12	14	9	12.5	15	11	5	9	15	15	37	-	167.5
Harmat Balázs Hunor	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium	Paulovits Ferenc	14	11	11	10	15.5	18	11	14	0	9	4	49	-	166.5
Fohner Sára Eszter	Tatai Református Gimnázium	Hegedűs-Kristóf Kíra, Pozsgayné Tóth Ildikó	14	11	16	10	13	12	11	3	0	19	10.5	44	-	163.5
Csutorka-Vadnai Balázs	Békásmegyeri Veres Péter Gimnázium	Parragné Sas Zsuzsanna	17	10	16	11	15	21	2	8	10	20	11	21	-	162
Szommer Zille	Bácsalmási Hunyadi János Gimnázium	Szommer Antal	13	8	15	12	16.5	15	5	14	6	20	0	37	-	161.5
Gonda Ábel	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Reiterné Makra Zsuzsanna	15	7	11	12	17	15	11	12	10	15	4	29	-	158
Schneider Viola	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Pálffy Lívia	15	9	16	9	12.5	15	6	14	4	20	5	32	-	157.5
Tóth Gergő Dávid	Tatai Református Gimnázium	Hegedűs-Kristóf Kíra, Pozsgayné Tóth Ildikó	16	9	16	12	16.5	21	8	8	3	2	3	41	-	155.5

I.A kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Borsi Máté	Kisvárdai Bessenyei György Gimnázium és Kollégium	Machnikné Széplaki Ilona Tünde	4	3	14	11	12.5	24	13	14	1	17	1	34	-	148.5
Czira Dávid	Szentendrei Református Gimnázium	Szakács Erzsébet	16	10	15	10	13.5	12	6	6	8	15	4	31	-	146.5
Tamási Ádám	Márton Áron Főgimnázium	Oltean Éva	10	6	16	8	7.5	9	11	8	2	19	12	36	-	144.5
Kiss Flóra Anna	Kőrösi Csoma Sándor Református Gimnázium	Nagy Zoltánné, Molnár Imréné	13	10	16	11	13	21	11	8	2	0	7	32	-	144
Ugró Diána Kitti	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Reiterné Makra Zsuzsanna	14	9	16	10	13	15	0	14	0	14	3.5	30	-	138.5
Bischof Márton	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium	Göbl László	10	8	8	11	9	9	13	8	0	18	3	41	-	138
Vígh Attila	Gimnázium Hansa Seelyeho Komárno	Fiala Andrea	16	9	16	8	12	24	9	11	0	0	14	18	-	137
Istenes Nimród	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Homoki Árpád	7	7	16	9	11.5	15	14	8	7	0	1	40	-	135.5
Szenti Kitti Lili	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Dr. Regdon Ibolya	10	11	15	9	6.5	15	4	14	10	19	1	21	-	135.5
Horváth Ákos	Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium	Szepesiné Medve Judit	10	10	15	9	8.5	21	0	9	4	7	1	40	-	134.5
Gelléri Gábor	Lovassy László Gimnázium	Fleischer-Dósa Eszter; Dr. Ertli Tímea	13	10	15	10	13.5	18	14	8	2	2	3	23	-	131.5
Dózsa Boglárka	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Homoki Árpád	6	10	14	10	16.5	12	2	4	9	1	11	36	-	131.5
Szerdahelyi Áron	Lovassy László Gimnázium	Fleischer-Dósa Eszter; Dr. Ertli Tímea	15	8	16	10	11	9	4	8	0	9	3	38	-	131
Sárosy Mónika	Bolyai Farkas Elméleti Líceum	Irsai Izabella	16	10	16	8	14.5	15	10	4	0	2	2	29	-	126.5
Gálos Domonkos	Boldog Brenner János Általános Iskola és Gimnázium	Ernyey Tiborné	16	8	14	7	13	18	3	6	0	14	4	23	-	126
Kupó Fanni Angéla	Boldog Brenner János Általános Iskola és Gimnázium	Ernyey Tiborné	16	8	15	10	14	18	0	6	5	8	4	21	-	125
Sereg Domonkos	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzesi István	19	4	15	10	12	12	0	2	0	10	0	24	-	108

I.A kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Baracscai Rézi	Paksi Vak Bottyán Gimnázium	Bósz Krisztina	14	8	14	10	10.5	6	4	6	0	2	4	28	-	106.5
Borzási Bíborka	Tatai Református Gimnázium	Hegedűs-Kristóf Kíra	7	7	14	9	9.5	9	3	4	0	13	1	29	-	105.5
Berente Emese	Lehel Vezér Gimnázium	Gubáné Kaszab Judit	11	2	15	8	6	15	0	2	0	11	0	34	-	104
Tiba Hanna	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium	Borzovánné Burai Julianna	14	1	13	8	9.5	15	0	3	1	5	0	34	-	103.5
Sándor Flóra Valéria	Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium	Juhász Márk	4	3	15	10	9	12	1	3	1	3	0	34	-	95
Vesztergom Vilmos	Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium	Fekete Zoltán	10	4	15	9	5	9	0	5	0	0	0	22	-	79
Jeney Léna	Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium	Juhász Márk	11	1	4	10	8.5	15	0	3	0	4	0	22	-	78.5
Sziráki Hanna Sára	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Kakuk Éva	12	8	12	8	5	0	1	3	0	0	2	26	-	77
Tóth Bíbor	Gárdonyi Géza Ciszterci Gimnázium	Verébné Sós Györgyi	10	5	7	7	7.5	15	0	6	1	7	1	10	-	76.5
Petrovics Adél	Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium	Juhász Márk	6	1	13	7	7	6	1	3	3	6	0	23	-	76
Bollók Zalán	Lehel Vezér Gimnázium	Gubáné Kaszab Judit	6	6	3	8	7.5	9	0	3	0	3	0	16	-	61.5
Kövári Balázs	Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium	Juhász Márk	3	2	10	8	4.5	6	0	2	0	0	0	21	-	56.5
Ravasz Viktória	Gymnázium Zoltána Kodály s VJM - Kodály Zoltán Gimnázium	Kovács Andrea	9	0	15	6	5	3	0	1	0	0	0	2	-	41

I.B kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Persaits-Pósa Ádám	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Kiss László	18	11	16	12	14.5	15	15	13	10	20	15	45	25	229.5
Gróf Boglárka	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertész Róbert	18	11	14	11	17.5	24	12	14	10	20	15	39	22.4	227.9
Bagu Zsófia Blanka	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Sebő Péter	19	12	16	11	14	21	15	12	9	11	14	47	20.8	221.8

I.B kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Palkó Zsófia	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Sebő Péter	13	11	16	12	16	21	15	9	9	20	15	35	-	192
Palik Ábris Csanád	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Lövei Gabriella Zsuzsanna, Molnár Krisztina	15	12	16	12	14.5	18	10	14	9	12	12	46	-	190.5
Rácz Kira Mária	Berettyóújfalui SZC Arany János Gimnázium és Technikum	Nagyné Gecse Mária	20	8	14	12	16	27	8	11	10	18	13	33	-	190
Husznai Jácinta Glória	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma	Csóka Balázs, Petz Andrea	15	11	16	11	14	15	11	14	1	20	15	42	-	185
Péter Balázs Bendegúz	Batthyány Lajos Gimnázium	Martonné Pál-falvi Katalin	19	13	16	12	17.5	21	1	7	10	10	15	41	-	182.5
Kormos Emma	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Kakuk Éva	15	11	16	12	16	12	14	6	9	20	14	34	-	179
Tar-Horváth Bálint	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Versits Livia	16	12	16	12	14	12	15	8	0	13	15	45	-	178
Mészáros Máté	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium	Pozsgai Balázs	16	11	16	10	16.5	24	5	11	7	19	14	25	-	174.5
Homoki Máté	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Bernátné Drávucz Ildikó	17	11	16	11	12	6	1	8	8	13	14	39	-	156
Kádár Gusztáv	Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája	Muzsnay Zoltánné Murai Enikő	14	10	16	11	15.5	18	13	6	5	15	15	16	-	154.5
Szabó Zoárd	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Lövei Gabriella Zsuzsanna	14	9	16	9	14.5	24	7	14	0	7	13	26	-	153.5
Csókás József Csongor	Kecskeméti Katona József Gimnázium	Halász Gergely, Tóth Zsolt	15	6	16	7	6.5	18	11	3	9	19	0	38	-	148.5
Kasprzak Péter Sámuel	Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda	Jurkó Dávid	11	8	13	10	13	12	4	6	7	19	4	38	-	145
Perlaki Máté Pál	Kecskeméti Református Gimnázium	Ficsór István Dávid	8	5	15	9	12.5	9	5	12	9	10	8	39	-	141.5
Kőszegi Keve Benedek	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Kakuk Éva	12	10	14	10	15	15	0	6	0	14	1	36	-	133

I.B kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Sipos Pál Miklós	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Kiss László	8	9	16	7	13.5	9	0	10	3	19	2	29	-	125.5
Bana Ákos	Verseghy Ferenc Gimnázium	Balázs Zsuzsanna	12	6	11	7	12.5	9	1	3	4	16	3	39	-	123.5
Major Noel	Eötvös József Gimnázium és Kollégium	Pataki Zsuzsanna	14	9	12	6	13	15	1	3	2	13	3	30	-	121
Bauer Anna	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertész Róbert	11	9	16	9	16.5	18	2	6	0	15	3	13	-	118.5
Papp Gréta	Verseghy Ferenc Gimnázium	Balázs Zsuzsanna	13	4	13	9	8	12	0	3	2	12	0	37	-	113
Burján Eszter	Nyíregyházi Evangélikus Kossuth Lajos Gimnázium	Fehérmé Molnár Marianna	3	7	16	10	12.5	12	6	6	2	11	0	22	-	107.5
Popon Petra	Orosházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Gabnai Edit	9	4	12	9	8.5	9	0	8	0	3	0	27	-	89.5
Fülöp György	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Kovács Judit	8	7	14	9	10.5	9	4	3	0	4	1	20	-	89.5
Váradi-Hódi Zoé Noémi	Ciszterci Szent István Gimnázium	Moharos Sándor	10	7	7	9	0	6	11	3	0	2	0	23	-	78
Alzubi Marjam	Orosházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Gabnai Edit	7	5	8	8	5	12	6	6	0	9	0	10	-	76
Tisza Vivien	Szent Miklós Görögkatolikus Gimnázium és Kollégium	Seszták Ilona Margit	14	6	16	8	10	0	0	6	0	0	0	14	-	74
Huszár Ernő Ábel	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Papp-Soós Andrea	7	2	13	10	0	9	0	2	0	0	0	21	-	64
Irinyi Gréta Katalin	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Papp-Soós Andrea	6	0	15	10	3.5	12	0	3	0	2	0	12	-	63.5
Veres Izabella	Kisvárdai Bessenyei György Gimnázium és Kollégium	Tóth Eszter	2	3	12	7	5.5	9	0	3	0	2	0	19	-	62.5
Filetóth Nóra	Ciszterci Szent István Gimnázium	Moharos Sándor	3	3	9	8	3.5	3	1	2	0	2	0	21	-	55.5

I.C kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Németh Noé	Pécsi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Egészségügyi Technikum és Szakképző Iskola	Tóthné Nagy Emese	13	9	11	9	16	18	3	8	8	20	8.5	33	-	156.5
Jánószki Enikő Nóra	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Tóth Edina, Šiška Dávid, Weisz Ilona Mária	7	7	11	10	12.5	12	11	5	4	18	4	40	-	141.5
Kremnicsán Zsombor	Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó	14	8	14	11	13.5	18	10	8	0	6	3	29	-	134.5
Králl Ákos	Baranya Vármegyei SZC Pollack Mihály Technikum és Kollégium	Szabó Kornélia	14	8	14	11	11	12	11	8	0	2	0	30	-	121
Hegedüs Tamás	Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum	Marchis Valér, Leskoviczné Meszesán Katalin	14	5	11	10	13	9	1	2	0	7	2	27	-	101
Pohl Boglárka	Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó	12	7	11	12	10.5	9	4	6	3	13	3	2	-	92.5
Nagy Marcell	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Petri Judit, Weisz Ilona Mária	8	4	13	6	12.5	3	2	3	2	15	0	23	-	91.5

II.A kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Desics Panni	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Rakota Edina	10	10	9	22	18	27	9	19	23	13	16	45	24.2	245.2
Bense Tamás István	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Klug Viktória	9	10	9	21	18	27	9	19	23	14	16	43	23.4	241.4
Dobos Lilla	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	10	9	8	22	18	27	9	19	22	9	14	49	19.6	235.6

II.A kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szobeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Wéber Zara	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	9	9.5	8	22	18	24	7	19	21	11	15	46	-	209.5
Fekete Simon	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	10	9.5	9	22	14	21	9	18	23	14	15	41	-	205.5
Rajtik Sándor Barnabás	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	7	6.5	9	21	18	24	9	16	22	14	15	43	-	204.5
Széll András	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	9	9.5	9	25	16	21	9	6	23	14	16	46	-	203.5
Deák Patrik László	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence	10	9.5	9	21	18	27	9	13	14	14	14	44	-	202.5
Szabó Ármin	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Labancz István	10	9.5	9	25	18	18	9	16	14	14	16	43	-	201.5
Nagy Zalán	Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda	Jurkó Dávid	9	9	5	17	14	27	9	19	23	14	11	44	-	201
Verebély Levente Péter	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	László Szilárd, Petz Andrea	10	7.5	9	22	18	18	9	16	18	12	16	45	-	200.5
Kolthay Kaulzer Norbert	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Klug Viktória	9	8.5	7	24	15	21	7	16	23	10	11	47	-	198.5
Kiss Géza	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	9	6	8	20	18	24	9	9	21	12	16	46	-	198
Vitos Dorka	Márton Áron Főgimnázium	Bilibók Katalin	9	7.5	8	18	15	27	9	14	23	12	15	40	-	197.5
Bognár Bertalan	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence	10	9.5	9	23	18	24	9	12	13	14	9	46	-	196.5
Lovas Bernadett	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence	8	8.5	9	24	18	24	9	3	15	13	12	50	-	193.5
Hicsó Máté Kristóf	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Szilágyi Beatrix, Sinyiné Kóvári Györgyi	7	7.5	8	23	13	21	7	16	23	14	16	37	-	192.5

II.A kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Major Botond	Pécsi Janus Pannoni- us Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	8	7.5	8	23	15	27	9	16	23	14	1	41	-	192.5
Lovas Márk	Pécsi Janus Pannoni- us Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	8	6	8	22	14	21	9	6	23	13	16	39	-	185
Varga Kris- tóf	Németh László Gimnázium	Zagyai Péter, Kovács Októ- ber	9	8.5	9	20	17	24	7	6	11	11	16	44	-	182.5
Bartha Laura	Németh László Gimnázium	Zagyai Péter	9	8	9	22	11	21	9	6	21	10	8	45	-	179
Pászti Sámuel	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Ál- talanos Iskola és Gimnázium	Keglevich Krisztof	8	8	7	23	18	21	7	4	18	9	14	40	-	177
Kocsis-Feri Benjámín	Silvania Főgimnázium	Mátyás Éva	10	6	6	19	15	24	0	9	23	3	11	46	-	172
Rettegi Ákos	Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Szakkollégium	Drozdík Attila	7	9	9	19	11	21	8	6	10	14	14	44	-	172
Fejérvári Ka- milla	Péterfy Sándor Evangélikus Gimnázium, Általan- os Iskola, Óvoda, Alapfokú Művészeti Iskola és Kollégium	Győrné Timár Henri- ette	5	5	6	15	15	24	7	16	11	4	8	49	-	165
Békés Balázs	Ráckevei Ady Andre Gimnázium	Békésné Ba- lázs Edit és Ká- tai Zita Beáta	10	7	9	22	15	18	9	4	19	13	3	35	-	164
Nothof Bence	Szegedi Radnóti Mi- klós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	8	3.5	8	18	16	21	9	0	17	0	16	45	-	161.5
Bányász Alex	Gödöllői Török Ig- nác Gimnázium	Kalocsai Ottó, Karasz Gyöngyi	10	7	8	19	17	27	5	3	10	9	0	44	-	159
Bálint Péter	Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium	Ábrahámné Csákányi Ildi- kó	10	8	9	20	13	24	4	3	11	14	9	33	-	158
Koncsag Máté Mihály	Lovassy László Gimnázium	Szintay Ger- trúd Zsu- zsanna, dr. Ertli Tímea	7	7.5	8	22	17	9	7	19	2	2	7	47	-	154.5
Horváth Dóra Emília	Révai Miklós Gimnázium és Kol- légium	Pöheimné Steininger Éva	8	8.5	7	17	14	18	7	12	7	14	2	38	-	152.5
Bálint Zalán	Márton Áron Főgimnázium	Oltean Éva	9	9	7	22	12	15	9	1	12	2	12	38	-	148

II.A kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Czudor Áron	Lehel Vezér Gimnázium	Gubáné Kaszab Judit	10	7	9	25	9	18	7	16	7	4	15	20	-	147
Árendás Ábel Benedek	Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium	Takács Anikó	8	5.5	7	17	12	15	7	0	19	1	16	36	-	143.5
Máthé Csongor Örs	Verseygy Ferenc Gimnázium	Farkas Réka	10	4	6	14	10	24	0	0	12	6	15	40	-	141
Nagy Ágoston	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium	Pöheimné Steiningér Éva	5	7	6	25	11	12	7	1	9	9	5	44	-	141
Földesi Balázs	Lovassy László Gimnázium	Földesi Csaba; dr. Ertli Tímea	8	6.5	6	20	8	18	4	0	21	3	3	43	-	140.5
Kovács Hunor	Római Katolikus Líceum	Magyar Gabriella	10	9.5	8	18	17	21	0	5	4	9	0	38	-	139.5
Major Attila	Baczkamadarasi Kis Gergely Református Kollégium	Laczkó Imola	5	5	8	17	9	18	8	0	7	2	10	49	-	138
Makai Nóra	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Versits Livia	8	6.5	7	17	17	18	9	3	15	1	3	33	-	137.5
Vannai Livia	Orosházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Gabnai Edit	10	7	6	21	17	21	9	0	10	9	5	21	-	136
Jeles Dávid Krisztián	Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium	Szepesiné Medve Judit	8	4	7	19	11	12	7	3	5	4	5	48	-	133
Nagy-Stall Zétény	Pápai Petőfi Sándor Gimnázium	Mintler Erika	10	6.5	6	22	11	12	5	0	2	3	11	41	-	129.5
Ottmár Dorka	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium	Borzovánné Burai Julianna	9	4	8	23	7	18	9	0	2	11	2	34	-	127
Felső-Nemes Viola	Pécsi Janus Pannónius Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	8	7	9	17	14	18	9	3	2	7	3	28	-	125
Brünner Barnabás	Batthyány Lajos Gimnázium	Csőrgicsné Balogh Edit	7	7	7	18	12	12	7	1	8	4	2	39	-	124
Nagy Viktória	Gárdonyi Géza Ciszterci Gimnázium	Csuforné Makó Márta, Verébné Sós Györgyi	6	6	7	20	6	18	9	1	5	11	4	30	-	123
Csordás Mátás Mihály	Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium	Takács Anikó	5	3.5	8	20	7	15	9	0	2	2	0	48	-	119.5
Horváth Péter	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Dr. Bóbits Lilla	8	3.5	6	20	9	21	7	0	5	0	0	40	-	119.5
Székely Miklós	Lovassy László Gimnázium	Szintay Gertrúd Zsuzsanna, dr. Ertli Tímea	10	4.5	8	22	6	12	9	0	9	12	1	23	-	116.5

II.A kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Tóth Vászoly Vata	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium	Göbl László	5	2	8	20	9	15	4	0	5	4	1	35	-	108
Litauszky Nikolett	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium	Borzovánné Burai Julianna	9	5	7	22	9	15	9	0	0	4	0	26	-	106
Turcsányi András	Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium	Juhász Márk	9	5	7	20	12	9	6	3	5	3	0	25	-	104
Horváth Edmond	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Szőke Károly, Dr. Bóbits Lilla	9	3	5	19	7	15	4	0	9	0	6	23	-	100
Molnár Tamás	Tatabányai Árpád Gimnázium	Füzesi Zsanett	7	4.5	7	19	9	9	1	0	8	0	3	29	-	96.5
Telekes Ábel	Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium	Fekete Zoltán	8	3	6	15	11	15	4	3	8	3	3	14	-	93
Pongrácz Zsófia	Vámbéry Ármin Magyar Tannyelvű Gimnázium	Karácsony Magdaléna	6	4.5	4	16	5	9	1	0	4	0	11	15	-	75.5
Hegedűs Norbert Zoltán	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium	Borzovánné Burai Julianna	8	4	7	17	1	6	4	0	2	2	0	9	-	60

II.B kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Kiss Mihály	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	10	9	9	20	18	21	9	19	23	14	7	50	23.4	232.4
Patai Péter	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	10	9	8	21	15	18	9	16	23	14	15	48	21.6	227.6
Gonda Sándor	Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája	Majláth Gábor	10	8	8	21	15	24	9	19	12	14	16	45	23.2	224.2
Dargai Máté	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Bernátné Drávucz Ildikó	10	9.5	9	22	16	24	7	16	13	14	11	41	-	192.5

II.B kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szövegi:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Kaczmarek Szymon	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	5	8	7	21	17	21	7	19	12	8	16	50	-	191
Ritli Abigél	Verseghy Ferenc Gimnázium	Balázs Zsuzsanna	8	8.5	6	25	15	21	9	4	23	14	11	46	-	190.5
Suhajda Csenge	Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó, Tóth Imre	10	7	7	23	14	18	9	19	10	12	10	46	-	185
Leiner Emma	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	László Szilárd, Petz Andrea	9	9	8	21	12	21	9	9	14	14	16	42	-	184
Gelencsér Gergő	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	9	8.5	9	24	12	24	9	8	10	14	6	50	-	183.5
Gargya Péter	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzesi István	10	6.5	9	16	11	24	9	19	10	14	8	39	-	175.5
Fekete Fruzsina Flóra	Tóth Árpád Gimnázium	Hotziné Pócsi Anikó és dr. Várallyainé Balázs Judit	7	7	9	22	11	24	4	11	15	13	8	42	-	173
Bánfi Botond	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzesi István	9	7.5	8	19	12	24	9	5	23	13	5	38	-	172.5
Retek Viktória	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	9	6.5	9	25	14	27	5	0	13	14	7	43	-	172.5
Roszkos Vilmos	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	10	7.5	8	14	12	24	9	4	15	8	5	44	-	160.5
Visnyovszky Balázs	Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda	Jurkó Dávid	7	9	9	16	15	24	9	1	11	3	11	41	-	156
Fábián Eszter	Dabasi Táncsics Mihály Gimnázium	Baranyi Ilona	10	4.5	7	19	16	24	4	5	13	4	0	45	-	151.5
Szécsi Péter Márton	Verseghy Ferenc Gimnázium	Balázs Zsuzsanna	10	5	6	16	12	27	5	0	16	1	6	42	-	146
Forró Anna	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix Csilla	7	7	8	22	10	21	9	0	0	14	2	43	-	143
Gellisz Noel	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzesi István	8	4.5	8	23	12	18	9	2	5.5	14	4	34	-	142
Csanádi Barnabás	Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó, Tóth Imre	5	6	6	16	16	18	9	3	5	14	5	37	-	140

II.B kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Nagy Dorka	Batthyány Lajos Gimnázium	Csörgicsné Balogh Edit	10	7	8	15	5	18	9	0	12	14	1	40	-	139
Szicsev Denisz	Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium	Szepesiné Medve Judit	7	6.5	8	23	10	18	9	0	10	5	0	42	-	138.5
Gergely Eszter	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix Csilla	9	8.5	8	20	15	18	9	0	5	13	1	31	-	137.5
Fábián Marcell Tibor	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Kovács Attila	9	6	7	19	8	21	5	0	22	6	7	22	-	132
Batár Hanna Dóra	Tóth Árpád Gimnázium	dr. Várallyainé Balázs Judit és Hotzsiné Pócsi Anikó	6	5	6	16	6	12	9	6	13	8	4	37	-	128
Omelka Dalma	Dabasi Táncsics Mihály Gimnázium	Baranyi Ilona	9	4	6	19	14	15	4	0	1	13	4	38	-	127
Kun Bíborka	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Hajdu Brigitta	10	9	5	20	18	18	2	1	5	3	0	35	-	126
Sovák Csenge Sára	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix Csilla	4	7	8	17	11	15	4	16	0	4	4	35	-	125
Angyal Attila	Stredná odborná škola chemická, Vlčie hrdlo 50, Bratislava	Dömötöróvá Judita	9	6.5	9	18	9	12	9	2	2	5	1	42	-	124.5
Braun Sára	Sárospataki Református Kollégium Gimnáziuma, Általános Iskolája és Diákotthona	Búzás László	6	5.5	8	17	9	18	4	2	4	2	3	42	-	120.5
Turóczy Zsófia	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Bernátné Drávucz Ildikó	8	9	7	18	15	15	0	1	4	0	1	38	-	116
Farkas Dóra Szófia	Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó	7	6	7	21	7	12	0	8	3	1	6	35	-	113
Haraszi Estilla	Batthyány Lajos Gimnázium	Csörgicsné Balogh Edit	4	6	9	20	9	3	6	1	2	1	2	43	-	106
Takács Anna Janka	Szent Miklós Görögkatolikus Gimnázium és Kollégium	Seszták Ilona Margit	6	6	9	24	8	6	4	0	5	3	3	23	-	97
Károly Krisztián	Pécsi Leőwey Klára Gimnázium	Lajos Lilla	9	4	8	19	4	15	1	0	13	0	4	19	-	96

II.B kategória (folytatás)

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Surányi Teréz	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix Csilla	6	6.5	5	19	3	9	8	2	5	1	6	24	-	94.5
Rottler Gergely	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Kovács Attila	7	4.5	7	13	3	12	1	0	3	0	1	20	-	71.5
Vittay Kamilla	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Kovács Attila	5	3.5	8	13	1	9	0	0	1	0	1	13	-	54.5

II.C kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet:					Számítás:						Labor:	Szóbeli:	Össz.:
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Együd Anna Mikolt	Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó	10	6	8	25	14	24	9	4	12	14	10	45	22.6	203.6
Galgóczi Ádám István	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő, Elekesné Sallai Mónika	9	8	8	19	15	27	9	7	13	12	6	46	24.6	203.6
Vobornik Nóra	Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó	5	4	8	20	14	18	7	3	13	12	6	41	-	151
Kósik Noel Dániel	Baranya Vármegyei SZC Pollack Mihály Technikum és Kollégium	Selényi Zsófia	7	9	9	18	15	18	7	16	2	9	6	23	-	139
Hoffmann Iván	Váci SZC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet Anikó	8	5.5	8	18	9	24	4	3	8	4	0	31	-	122.5
Lakatos Norbert	Budapesti Műszaki SZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Tóth Krisztina	8	6	7	14	0	12	9	3	12	10	2	23	-	106

A szám szerzői

Barabás Gergő középiskolai tanár, BMSzC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

Ficsór István Dávid tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Horváth Judit oktató, McDaniel College

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

Dr. Lente Gábor egyetemi tanár, PTE TTK, Kémiai Intézet

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

Nemeskéri Dániel BSc-hallgató, ELTE TTK, Fizikai Intézet

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

Szobota András PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Varga Szilárd Bercel BSc hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Viczko Csaba BSc-hallgató, Technische Universität München

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

A TANÉV EREDMÉNYEI	125
GONDOLKODÓ	127
KERESD BENNE A KÉMIÁT!	164
Keglevich Kristóf: Keresd benne a kémiát!	164
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	172
Horváth Judit: Kémia németül	172
Barabás Gergő: Kémia angolul	185
VERSENYHÍRADÓ	192
Ősz Katalin – Lente Gábor: Az 58. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője	192