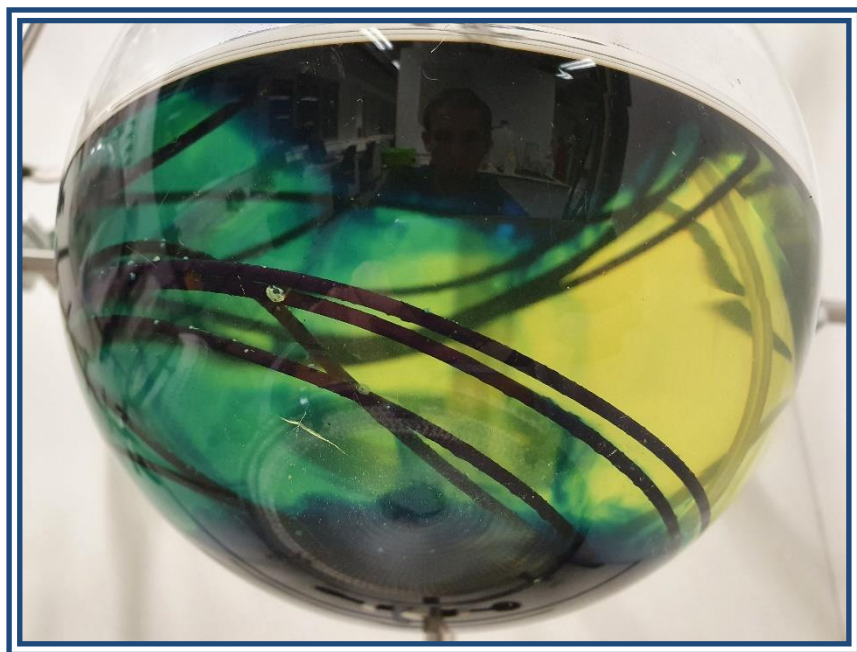
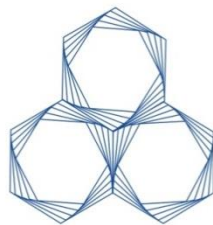


# Középiskolai Kémiai Lapok



LIII.

2026/2.



Nemzeti  
Kulturális  
Alap

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2026 március	LIII. évfolyam	2. 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. 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 Kémia tanári 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 Archivuma (EPA) archiválja.

A címlapon Hegedüs Kristóf 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.

## Mi lett belőled ifjú vegyész?

### Somfai Ellák, az ELTE Informatikai Kar oktatója és a Wigner Fizikai Kutatóközpont tudományos tanácsadója

*Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémia-versenyeken?*

Az egyik legemlékezetesebb versenyem rögtön az első volt, amin indultam: hetedik koromban megnyertem a „Kis kémikusok baráti köre” nevű szakkör országos döntőjét. Később, gimnáziumi első osztályban (ma 9. évfolyam) az Irinyi János Középiskolai Kémiaversenyen is első helyezést értem el. A legnagyobb sikeremet az 1989-es Nemzetközi Kémiai Diákolimpián értem el, ahol aranyérmet szereztem – ez a több mint 100 résztvevőből az abszolút 5. helyet jelentette. Egy emlékem a diákolimpiáról: az eredményhirdetés után az első helyezett az ünnepi beszédében azt mondta, biztosan sok leendő Nobel-díjas ül most a teremben. Tudomásom szerint ez a jóslat egészen mostanáig nem következett be, de talán még születhet kémiai Nobel-díj ebből a társaságból.



*Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá? Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?*

A pápai Petőfi Sándor Gimnáziumban végeztem a középiskolát, ahol a kémiatanárom és egyben osztályfőnököm Schweighoffer Ernőné, Gizi néni volt. Nem kérdés, hogy az ő hatására kezdtem el a kémiával foglalkozni, már a hetedikes szakkörtől fogva. Abszolút meghatározó volt a versenyekre való felkészítése, a szakmai iránymutatása mellett pedig a lelkesedése is nagyon motiválóan hatott rám. Ő volt a legjobb tanárom.

*Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?*

Igen, ismertem, és rendszeresen oldottam meg a lapban megjelenő feladatokat.

*Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények? Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat? Mi a végzettséged, és a pillanatnyi foglalkozásod? Milyen út vezetett el idáig?*

Középiskolában a kémia mellett a matematika és a fizika is nagyon érdekelt. Matematikából az olimpiai felkészítő táborig jutottam, fizikából pedig az utolsó gimnáziumi évben bekerültem az országos első tízbe, ami akkoriban maximális felvételi pontszámot jelentett. Végül a fizika mellett döntöttem, és azon a pályán indultam el. Feleséggel együtt az Egyesült Államokban, a Michigani Egyetemen végeztük el a doktori iskolát. Ezt egy hosszabb nyugat-európai tartózkodás követte, majd 18 év külföldi lét után költöztünk haza Magyarországra. Az érdeklődésem persze később is formálódott: az elmúlt 6-8 évben a fókuszom a fizikáról fokozatosan az informatikára tevődött át.

*Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?*

Az a módszeres és következetes gondolkodásmód, amihez engem elsőként a kémiafeladatok megoldása vezetett, később a tudomány és az élet számtalan más területén – így a fizikában és az informatikában is – alapvetőnek bizonyult. A mai diákoknak azt szeretném átadni, hogy ne úgy tekintsenek a kémiára, mint egy pusztán tantárgyra, hanem mint egy logikai keretrendszerre. Még ha később más pályát is választotok – ahogy ez velem is történt –, a kémiában elsajátított problémamegoldó képesség felbecsülhetetlen előnyt jelent majd. Legyetek nyitottak, és keressétek a tudományágak közötti kapcsolatokat!

*Mi a hobbid - a kémián kívül?*

Sokáig az informatika volt a hobbim, ami mára a fő foglalkozásommá is vált. A mesterséges intelligencia az utóbbi évtizedben exponenciális fejlődésen ment keresztül, és az elmúlt 1-2 évben már nemcsak a hétköznapijainkat formálta át, hanem például a kémiai kutatásokat is. Elég csak arra gondolni, hogyan segít az AI a gyógyszerkutatásban vagy a fehérjék térszerkezetének előrejelzésében. Az én érdeklődési területem központjában is a mesterséges intelligencia áll, különösen a gépi tanulás és a számítógépes látás, főként robotikai, ipari és orvosbiológiai alkalmazásokban.

## Mestersége kémiantanár – Varga Bence

*Bemutakozás. Miért választotta a tanári pályát? Miért éppen a kémia tantárgyat választotta?*

Zalaegerszezen születtem, ott nőttem fel, oda járok haza a mai napig – szüleimhez. Alapfokú tanulmányaimat a helybeli Liszt Ferenc Általános Iskola ének-zene-mozgásművészeti tagozatán végeztem, majd a Zrínyi Miklós Gimnázium nyelvi előkészítő évfolyamos, emelt szintű idegen nyelvi osztályában érettségiztem.

Középiskolásként „beleszerelmesedtem” a kémiába. Könnyen megértettem a logikáját, szívesen tanultam előre, tanulmányi versenyeken vettem részt rendszeresen. Az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny volt életemben az első olyan komolyabb megmérettetés, ahol az országos döntőig jutottam. 10.-esként azt tűztem ki célul, hogy az országos 1–10. helyezett közé szeretnék bekerülni – végül 11. lettem a II.A kategóriában. Egy évvel később nem sikerült az OKTV döntőjébe jutnom, ami nagyon nagy csalódás volt. Hazavittem a nyárra a kémiantanárom által összegyűjtött korábbi OKTV-feladatsorokat, és folyamatosan oldottam azokat. A munka meghozta gyümölcsét: végzősként a 2. helyen jutottam a döntőbe. Más kérdés, hogy az utolsó, laborfordulóban egy sajátos feladat „megfogott”, így lecsúsztam a 9. helyre a végső ranglistában. Kárpótolt emellett viszont, hogy abban a tanévben megnyertem a Szegedi Tudományegyetem által szervezett VegyÉSztorna levelezős versenyt, ami kifejezetten nehéz feladatokból állt, és hónapról hónapra rengeteg munkát adott.

Ilyen előzmények után nem volt kérdés, hogy az ELTE TTK kémia alapszakján (BSc) tanulok tovább. Még akkor sem hezitáltam, amikor az első évet befejezve nyilatkoznunk kellett, hogy vegyész vagy tanári szakirányon folytatjuk tanulmányainkat (akkor az osztott tanárképzés rendszere működött még, tehát a leendő kémiantanároknak is ennek a szaknak az elvégzésével kellett kezdeniük). Az elsőt választottam, mert



úgy véltem, nekem a kémiát a legmagasabb szinten kell művelnem. Aztán mind a kémia BSc, mind a vegyész MSc befejezésekor önálló kutatáson alapuló szakdolgozatokat írtam, és a kutatómunka mélyebb megismerése döbbsített rá arra, hogy ez nem az én világom. Polimerkémiával foglalkoztam egyébként Iván Béla professzor kutatócsoportjában (az azóta a HUN-REN Magyar Kutatási Hálózat Természettudományi Kutatóközpontjában működő csapatnál). A téma is szép volt, mert ötvözte a szerves, a szervetlen, az analitikai és a fizikai kémiát, de rá kellett jönnöm, hogy a kutatás nem köti le kellőképpen az érdeklődésemet.

Rögtön elvégeztem a vegyész mesterdiplomára épülő egyéves kémiatanár-képzést is az ELTE-n, így egyszakosként kerültem a pedagóguspályára. Már az ELTE Radnótiban, a Paulovits Ferenc vezetőtanársága alatt töltött tanítási gyakorlatom során feltűnt, hogy számomra az iskola egy természetes közeg, ahol jól érzem magam. A sok ember, a szervezési feladatok, a folyamatos visszajelzések (sikerek és kudarcok egyaránt) jóval impulzívabb mindennapokat teremtenek, mint mondjuk egy kutatólaborban. Nekem pedig ez az, ami igazán testhezálló. Természetesen ehhez megfelelő habitus is kell, benne némi exhibicionizmussal, valamint az, hogy a tanítás, a magyarázás, a gyerekek nevelése örömmel töltse el az embert. Én mindezt nem munkaként élem meg, hanem élvezettel csinálom. Márpedig, ha a hét napjaiból átlagosan ötön fel kell kelni és el kell indulni, akkor mi másért lenne ennek értelme, mint olyasvalamiért, amiben jól érezhetjük magunkat?! Azóta, akárhányszor szóba kerül tanítványaimmal a pályaválasztás kérdése (legyen ez 10. osztályban a fakultációválasztás vagy 11–12.-ben a megfelelő egyetem/szak megtalálása), mindig azt mondom, semmi mást ne tartsanak szem előtt, csak azt, ami igazán érdeklí őköt, amit örömmel csinálnának. És ha elsőre nem sikerül, akkor pedig merjenek váltani.

Hetedik éve dolgozom az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégiumban. Ezt megelőzően négy hónapig óraadó voltam a XIII. kerületi Vízafogó Általános Iskolában, valamint több mint négy hónapig ún. diplomaszerezést követő szakmai gyakorlatot töltöttem Campus Mundi-ösztöndíjasként a gloucester-i The King's School független iskolában, Angliában. Mindkettő meghatározó élményt jelentett. Előbbi azért, mert megtapasztaltam, milyen egy teljesen

átlagos, lakótelepi általános iskolában kémiát tanítani a 7–8. évfolyamokon. Szerintem mindenki el tudja képzelni, hogy teljesen más világ, mint egy elitgimnáziumban tehetséggondozást folytatni. Utóbbi pedig azért, mert kicsit megismerkedhettem az angliai oktatási rendszerrel és kultúrával, amiből sokat tanultam, a mai napig nagy hatással van rám. A teljesség igényével nem szeretnék megfélemlíteni a XIII. kerületi Ady Endre Gimnáziumról sem, ahol első két apáczais évemben szintén óraadó voltam.

Az ELTE Apáczaisban a kezdetektől fogva rendkívül kedvező helyzetben vagyok a munkáltatásom szempontjából. Rám a pedagógusok kötelező óraszámának fele vonatkozik (jelenleg heti 12), amikor elkészítjük a tantárgyfelosztást, mert a másik felének terhére viszont én vagyok a laboráns. Ez a versenydőszakok és az érettségik kapcsán persze jelent nagyon zsúfolt heteket-hónapokat, de ugyanakkor változatosságot is ad, és egyfajta szabadságot is ahhoz, hogy a tanítványaim versenyfelkészítését végezhessem. Hálás vagyok a kollégáimnak és igazgatóimnak, hogy ezt lehetővé tették, teszik a mai napig. Nem volnék képes heti 24 minőségi tanórát megtartani, úgyhogy bármit is hozzon az élet, jelen állás szerint nem tudom elképzelni, hogy valaha is ennyi órában tanítsak. Az Apáczaisban egyébként van biológia-kémia, illetve komplex természettudományi tagozat, ahol nagy óraszámokban oktathatjuk a kémiát. Emellett nagyon élvezem tanítani az általános tantervű, hatosztályos képzésünkben lévő osztályainkat is, mert ott a kezdetektől fogva én építhetem fel a kémiát egy négyéves program keretében, és nem kell számolni az általános iskolai előzmények esetlegességével sem.

*Milyen diák volt? Voltak például csínytevései, kapott-e intőket?*

Az a fajta diák voltam, aki jól tanul (jellemzően kitűnő év végi bizonyítványom volt), és akinek a magaviselete is példás. A kérdésben szereplő kihágásokról nem tudok beszámolni. Egyrészt nekem mindig könnyen ment a tanulás, másrészt őszintén minden érdekelt. Ha valamiért, hát ezért sem éreztem túl jól magam az egyetemen, mert ott már csak a kémia volt (meg persze matematika és fizika), végeláthatatlan mélységekben. Ennél univerzálisabb alkat vagyok, ezért az általános és középiskolai években viszont fogékony voltam a tanulnivalóra. Személyiségemet illetően mindig is koravén voltam. Már első tagozatban jobban érdekelt, hogy az osztálynaplóban mit és hogyan

kell adminisztrálnia a tanároknak, hogy hogyan készül egy iskolai órarend, hogy a pedagógusoknak hetente hány órát kell megtartaniuk, stb., mint az mondjuk, hogy mit játszunk délután az udvaron. Azt persze csak ma látom be, hogy mindez már akkor is arról szólt, hogy az iskola az én természetesen közegem.

*Volt-e az életében tanárpéldakép, aki nagy hatással volt önre?*

Tulajdonképpen az előző gondolatot folytatom azzal, hogy minden tanáromat rendkívüli módon tisztetem. Ha kritikus is voltam velük sokszor, akkor is szó szerint mindenkitől van egy-egy életre szóló emlék, gesztus vagy szófordulat, amit őrzök, és akkor csak a legapróbb dolgokról beszéltem. Legalább 10–15 tanáromat említhetném, akik még nagyobb hatással voltak rám, de azt hiszem, hogy a KÖKÉL olvasói számára nem lenne kellően kontextusba helyezhető egy ilyen felsorolás. Ezért – ezúton is elnézést kérve minden más tanáromtól – két csoportot szeretnék közülük kiemelni.

Először is középiskolai kémiatanáraitam, Tölgyesné Kovács Katalin tanárnőt és Halmi László tanár urat. Végtelen büszkeséggel tölt el, hogy voltaképpen kettejük fehér köpenyéből „perdültem elő”. Két, igen eltérő személyiség, közben pedig mégis hasonló tanáregyéniségek. Bár a gimnáziumba már úgy érkeztem, hogy nagyon szerettem a kémiát, nekik köszönhetem azt, hogy megmutatták, nekem ehhez van tehetségem. Őt éven keresztül mellettem álltak, segítettek a versenyekre való felkészülésben. Az érettségi évében – minthogy az iskolai kémiaszakkör nekem már kevés volt – mindketten heti 1-1 órában foglalkoztak velem. A precizitás, a szigor, az emberség és a bohémság együtt jellemzi mindkettejüket, amiből természetesen én is merítettem, és viszek magammal tovább.

Másodszor pedig szeretnék megemlékezni arról, hogy a köznevelésben töltött 13 év alatt három kiváló osztályfőnököm volt. Most, hogy második éve magam is ebben a feladatkörben vagyok, még annál is inkább tudom, mint annak előtte, hogy az ő munkájuk példaértékű volt. Major Árpádné Klári néni, Jandovicsné Móricz Andrea és Néz Károly tanár úr – mindhárman remek osztályközösséget szerveztek, tartottak fenn, szerettek bennünket (mi is őket), és egészséges egyensúlyt találtak a szigorral való nevelés és a lazább pillanatok között.

### *Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?*

Megfelelő kiindulási alap, ha a tanár jól érzi magát. Ez nem kivitelezhető életünk minden tanóráján, de törekedni kell rá. A mindennapos gondjainkat, a bennünk lévő feszültséget meg kell próbálni kiiktatni arra a 45 percre. Ha ez sikerül, saját hangulatunkból meríthetünk a tanítás folyamán is.

Kellő rutinnal meg kell találni az egyensúlyt az órára való felkészülésben. Ha nem eléggé gondoljuk át az óra menetét, akkor nagyon könnyen „szétfolyhat” – nekem ugyanakkor az a tapasztalatom, hogy ha túlkészüljük, az sem jó, mert akkor görcsössé válik az egész, ami frusztráló (engem legalábbis biztosan stresszel).

Ideális lenne, ha sikerülne mindenkit „megmozgatni” az órán, ami persze harminc fő fölötti osztálylétszámokkal, kémiából szinte lehetetlenség. Ismétlem magam: törekednünk kell rá. Sikeresnek akkor mondható talán egy kémiaóra, ha azt a két-három kisebb célt, amit kitűzünk magunk elé, elérjük úgy, hogy érezzük, a többség számára „átment”. Szerintem mindannyian tapasztaljuk, hogy a gyerekek számára az a legélvezetesebb, ha ők dolgozhatnak valamin: legyen az tanulókísérlet, modellekkel kapcsolatos feladatok, stb. Ezekkel feltétlenül színesíteni kell az órákat, de persze kontextusba helyezve, vagyis nem csak a „játék” kedvéért.

### *Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?*

Most már évtizedes időtávlatból mondhatom, hogy kedvenc kísérletem a bővített Landolt-reakció, amit halloweeni órareakciónak, illetve Old Nassau-reakciónak is hívnak [1]. Középiskolásként lenyűgözött, hogy színtelen oldatokat összeöntünk, és mérhető idő elteltével először narancssárga csapadék jelenik meg, majd újabb kis idő múltán sötétkék színre vált az egész. A legelső recept, amit találtam, nátrium-metabiszulfidot ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) alkalmazott, ami viszont nem volt a Zrínyi-gimnázium szertárában. Kis utánajárással megtudtam, hogy a borkénnek nevezett anyag valójában kálium-metabiszulfit ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ), ami mindenki számára hozzáférhető, beszerezhető. Átszámítottam a receptet a nátriumsóról a káliumsóra, kipróbáltam, jól működött – ez külön sikerélményt jelentett. Azóta kitanultam a reakció bemutatásának csínját-bínját. Egy darabig minden alkalommal, amikor látványos kísérletekből álló bemutatót tartottam, természetesen ott volt a

műsorban. Az utóbbi egy-két évben kissé „elhanyagoltam”, mert valójában eléggé időigényes jól előkészíteni, de a szépségét, összetettségét, felfedezésének/kitalálásának körülményeit tényleg a mai napig csodálom.

*Ha csak egyetlen (vagy néhány) kémiaórát tarthatna, arra milyen témát választana?*

Nem tudok válaszolni erre a kérdésre. Majdnem minden részét eléggé szeretem tanítani a kémiának. A hetedikeseket megismertetni a kémiai alapismeretekkel, majd felépíteni az atomok/molekulák/ionok világát nehéz, de nagyon szép feladat. A szervetlen kémiát a rengeteg izgalmas kísérlet, a szerves kémiát a maga – gimnáziumi szinten – egyszerű logikája miatt élvezem tanítani. Az anyagszerkezetet és az általános kémiát sem szeretem kevésbé, csak ahhoz, hogy az sok feladatmegoldással együtt jól sikerüljön, több időre volna szükség.

*Volt-e olyan pillanat vagy esemény a pályáján, amit különösen emlékezetesnek tart?*

Nekem nagyon fontos a tehetséggondozás. Kifejezett boldogsággal tölt el, amikor olyan eredményeket érnek el a tanítványaim, amelyekre én nem voltam képes az ő korukban. Ezért is emlékezetes marad számomra a 2023-as Irinyi-döntő, ahol hét tanítványom vett részt (az Apáczaiából pedig összesen 15 diákunk volt), és közülük hárman szóbeliztek. Felnőtteket meghazudtoló módon álltak ki az egyetemi előadó népes hallgatósága elé. Ugyancsak büszkeséggel töltött el tavaly, hogy mind az I.A, mind az I.B kategóriát egy-egy tanítványom/tanítványunk nyerte. Ahogy az is, hogy sorozatban a harmadik évben van idén OKTV-győztes diákom – ezek olyan eredmények, amelyek egyrészt mámorosak, másrészt jó értelemben fölfoghatatlanok.

Öt éve részt veszek a Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia (International Junior Science Olympiad – IJSO) magyar csapatának felkészítésében. Először 2023-ban utaztam el az olimpiára a versenyzőkkel, ahol történetesen Magyarország addigi legjobb eredményét érte el: egy arany- és öt ezüstéremmel. Amikor a bangkoki szálloda konferenciatermében az aranyérmesünket a színpadra szólították, és az öt társa felállva tapsolta – az megint egy olyan pillanat volt, amikor azt éreztem: ha nekem ehhez valami leheletnyi közöm volt, akkor már megérte.

A tavalyi IJSO szintén egzotikus volt két szempontból is. Egyrészt az oroszországi Szocsi mellett rendezték, ami az ukrajnai háború miatt sajnos különleges helyszín volt (szerencsére a gyerekeknek csak háromszor kellett dróntámadás veszélye miatt biztonságos helyre vonulni, és akkor sem történt semmi). Másrészt pedig ott-tartózkodásunk ideje alatt adták át a Magyar Tudományos Akadémia székházában a Magyar Kémiaoktatásért Díjakat. Tanítványaim felterjesztésére én is a kitüntetettek között voltam. Jelen voltak az ünnepségen diákjaim, igazgatóm és a családom – csak én nem. Akkor ezt nem tudtam kellőképpen átélni, mert reggeltől reggelig dolgoztunk Oroszországban az olimpián, de utólag nagyon különleges pillanatnak tartom.

### *Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

Gazdátlan, céltalan, koncepció nélküli – ahogy az oktatás egésze az. Jó néhány éve határozott meggyőződés, hogy a magyarországi iskolarendszer már szerkezetében képtelen arra, hogy minőségi természettudományos oktatást teremtsen és tartson fenn. Amíg újra nem gondolják az alapoktól az egészet, addig érdemi javulást nem várhatunk. Az ilyen mélyreható, hosszútávra szóló strukturális átalakítások azonban csak közmegegyezéses alapon, politikai pártok fölé emelve hajthatók végre, amire az utóbbi évtizedekben aligha volt példa.

A nyolc évfolyamos általános iskola fölött eljárt az idő. Ezt az intézményt a 2. világháború után azzal a céllal hozták létre, hogy a hat elemi mint mindenki számára kötelezően elvégzendőt felváltsa. Tehát előrelépést jelentett, hiszen a tankötelezettség időtartama akkor növekedett hat évről nyolcra. Jól működött addig, amíg a hat- és nyolc évfolyamos gimnáziumi képzések meg nem jelentek a '90-es években, ami ráadásul egybeesett a gyermeklétszám erőteljes csökkenésével. Mostanra – bármilyen fájó is kimondani – a felső tagozat túl sokat veszített mondanivalójából és hozzáadott értékéből ahhoz, hogy ebben a formájában tovább működtessük. Alapvetően két megoldás lehetséges: vagy lerövidíteni az általános iskolát hat évre és ezzel párhuzamosan kialakítani egy mindenki számára kötelező, három- vagy négyéves középiskolai képzést, vagy pedig meghosszabbítani az általános iskolát kilenc-tíz évre. Az első forgatókönyv voltaképpen az angliaihoz hasonló modell, amit valamelyest megismertem, és nekem szimpatikus

megoldásnak tűnik. A másik verzió is működik európai országokban, és például Varga Júlia közgazdász, az oktatás-gazdaságtan kutatója is ezt javasolta egy nemrég megjelent tanulmányában [2]. Persze mindez magával vonja a tantervek, a képzési formák (van-e létjogosultsága a tagozatoknak?), valamint a tanárképzés szükségés átalakítását is.

Kémiatanárként azt tapasztalom, azt látom, hogy a gyerekek szövegértési és alapvető matematikai készségei nem megfelelő szinten vannak a gimnáziumba való belépéskor. Több időt kellene szálni ezekre általános iskolában, ezért lenne fontos az alsó tagozat hosszabbítása. A továbbiakban néhány konkrét tünetet írok le a kémiaoktatással kapcsolatban, melyeknek hatását én is tapasztalom.

Tudjuk mindannyian, hogy a kémia tanítása esetlegessé vált a 7. és 8. évfolyamokon. Összesen heti 3 óra jut kémiára a két évben, amit a legtöbb helyen sajnos úgy osztanak el, hogy az egyik évben heti 1 kémiaóra legyen. (És akkor attól most még el is tekintek, hogy ma már kiváltható a természettudomány nevé, ebben a formájában mondvasínált tárggyal is a kémiaoktatás az általános iskolákban.) Heti 1 órában a tanulás folyamata hétről hétre elakad. Mondhatni: mindent újra kell kezdeni. Ez egy értelmetlen ritmus bármilyen komolyan vehető tárgy tanulásához, és akkor arról még nem is beszéltünk, hogy mi van, ha egymás után két óra bármilyen okból elmarad... Hallottam az egyik 8.-os, hozzánk jelentkező felvételizőtől, hogy 7. osztályban egy kémiaórájuk volt, 8.-ban kettő. Ugyanakkor azon se tanultak sok mindent, mert az 1. félévben mindenki a központi felvételire koncentrált, és elsődleges volt, hogy a diákok magyar- és matematikadolgozata jól sikerüljön, a 2. félévben meg már voltaképpen azért nem érdekelt senkit, mert a felvételi lement, a többi nem fontos.

A kerettanterv által előírt 8. osztályos tananyag számomra követhetetlen. Kitaláltak ide válogatott fejezeteket a kémiából, amelyek a hétköznapi élethez kapcsolódnak. Éppen ezért a valós kémiai tartalmát lehetetlen megtanítani ezeknek a dolgoknak/jelenségeknek, hiszen 8.-ban igencsak messze járunk attól, hogy mondjuk szénhidrátokról, fehérjékről, poliészterekről érdemben beszéljünk. Persze azért volt szükség erre, mert egy ideje vannak, akik a szakképzésben egyáltalán nem tanulnak közismereti kémiát – és akkor legalább általánosban halljanak róla valamicskét –, ami visszavezet az iskolaszervezeti problémához.

A 2020-as NAT bevezetésével a gimnáziumokat is elérte az óraszámcsökkentés: 9. és 10. osztályban szintén összesen heti 3 kémiaóra áll alapból rendelkezésre. Mindezt úgy, hogy tananyagcsökkentés viszont voltaképpen nem történt. Ennyi idő alatt kellene megtanítani a teljes anyagszerkezetet és általános kémiát, valamint a szervetlen és szerves kémiát. Lehetetlen vállalkozás, és akkor újból megérkeztünk a heti 1 óra problémájához. A 7.-től 10.-ig rendelkezésre álló heti 6 órát sokkal hatékonyabban lehetne felhasználni úgy, ha azt három évre osztanánk el egységesen 2-2-2 óra formájában, de ezt a nyolc évfolyamos általános iskola létezése nem teszi lehetővé. Korosztályosan nem lenne megfelelő, ha a gyerekek 6.-tól 8.-ig tanulnának kémiát, 9.-től 11.-ig pedig túl késő egyrészt a szakképzésben tanulók miatt, másrészt a gimnazisták pályaválasztási időszaka miatt sem lenne praktikus.

Természettudományos tárgyakat csak komoly infrastrukturális és személyzeti háttér mellett lehet jól, érdekesen tanítani a 21. században. Ha arra gondolunk, hogy minden iskolát fel kellene szerelni laboratóriumokkal és el kellene látni laboránsokkal, ahol Magyarországon kémiát oktatnak, akkor igencsak zavarba jönnénk a feladattól. Csakhogy mi azt a kevés erőforrásunkat is, ami van, elaprózzuk. Görcsösen próbálunk munkáltatni kémiatanárokat az általános iskolákban, de az óraszámok és a gyereklétszám következtében ők vagy egyedül vannak szakmabeliként az intézményükben, vagy netán még több iskolában is tanítanak egyszerre, hogy meglegyen a teljes állásuk. Ez egy szakmailag káros élethelyzet. Mindezek számomra egyértelműen abba az irányba mutatnak, hogy az általános iskola intézményében nem kellene diszciplináris módon természettudományos tárgyakat tanítani, hanem ezt a feladatot egy az egyben a jól felszerelt, kémiatanárokkal maximálisan ellátott középiskolákra kellene bízni. Értelemszerűen rövidebb, például hatéves általános és hosszabb középiskolai képzésben, mint ami ma rendelkezésre áll. Előbb-utóbb be kell látnia az oktatásirányításnak azt is, hogy a laboránsmunka presztízsét mielőbb vissza kell állítani. Ez egy olyan, rendkívül fontos szakma, ami nélkül egyszerűen „meghalunk”, márpedig ma már az egyetemek is nagyon nehezen találnak maguknak laboránsokat, nemhogy az iskolák. Megoldást jelenthet az is, ha a kísérletes tárgyakat tanító pedagógusok eleve óraszámkedvezményt kapnak a laboratórium fenntartására, a laboránsfeladatok elvégzésére.

Szeretném pozitívan zárni gondolataimat a sok-sok kritika után. Hiszek abban, hogy tehetséges gyerekek, kiváló tanárok mindig lesznek. A kérdés az, hogy végre lesz-e gazdája a magyarországi oktatásnak, aki magára veszi ezeknek a reformoknak a végrehajtását.

*Mivel foglalkozik legszívesebben, amikor éppen nem dolgozik? Mit osztana meg a munkáján kívüli életéből?*

Három tevékenység kapcsol ki igazán: az utazás, a kerti munka és az olvasás – legfőképp a klasszikus szépirodalmat szeretem. 12 éves koromtól kezdve intenzíven foglalkoztam családfakutatással is, de az utóbbi években alábbhagyott a lendület. A történelem iránti érdeklődésem persze megvan, így most – hobbiból – a Károli Gáspár Református Egyetem történelemtanár szakos hallgatója is vagyok. Remélhetőleg hamarosan befejezem tanulmányaimat, aztán majd meglátjuk, hogy esetleg a történelem tanításába is belevágok-e.

*Mit tanácsolna a kezdő tanároknak, vagy azoknak, akik tanári pályára készülnek?*

Szerintem a legszebb hivatás a tanárság. Aki szeret másoknak elmagyarázni dolgokat, akit érdekel az iskola világa, jól érzi magát sok emberi kapcsolat által körülvéve, az válassza bátran a pedagóguspályát. Nagyon nagy szükség van arra, hogy minél több elhivatott, rátermett új kolléga jöjjön tanítani. Természetesen sokszor fáradságos időszakok terhelik az embert (melyik munkában nem?!), de összességében rendkívül változatos, izgalmas szakma a miénk, amiből rengeteget töltekezhetnek a benne részt vevők.

[1] <https://www.youtube.com/watch?v=Tv6IsdnaGg> (utolsó megtekintés: 2026. március 15.)

[2] Varga Júlia: *A versenyképes tudást biztosító oktatás feltételeinek megteremtése*. In: *Merre tovább? Magyarország helyzete és kilátásai* (szerk. Gyurgyák János et al.). Budapest, Osiris Kiadó, 2026. p. 274–292.

## GONDOLKODÓ



### Feladatok

*Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter*

A megoldásokat 2026. április 30-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni.

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

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

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

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

(Borbás Réka)

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

lélegzetvételnél levegő, mint amennyi molekula van egy lélegzetvételben.

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

(Magyarfalvi Gábor)

**K551.** Ha tömény NaOH-ba 70 °C-on klórgázt vezetünk, akkor NaCl és víz mellett egy olyan **A** termék keletkezik, amelynek klórtartalma 33,30 tömegszázalék. Ez a termék vizes oldatban és szilárd formában is elbomolhat. Ha egy 1,00 dm<sup>3</sup>-es nyomásálló tartályba helyezünk 1,00 g **A**-t, a tartályt lezárjuk és 300 °C-ra hevítjük, akkor a szilárd anyag elbomlik, és a tartály nyomása 265 kPa lesz.

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

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

(Borbás Réka)

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

*Mi a két vegyület?*

(orosz feladat)

**K553.** Ammóniaszökőkút-kísérlethez egy 120 cm<sup>3</sup>-es oldalszáras gömblombikba 30,0 cm<sup>3</sup> térfogatú tömény, 25 m/m%-os, 0,903 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű (20 °C) ammóniaoldatot töltünk. Szárítószerként U-csőbe

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

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

(Borbás Réka)

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

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

(orosz feladat)

**K555\*** Egy exszikkátorban tárolt fehér anyag 1,00 grammját hideg vízben, folyamatos hűtés mellett feloldjuk, és azt tapasztaljuk, hogy a metilnarancs indikátor piros színt mutat. Ezért az oldatot 100 cm<sup>3</sup> térfogatra hígítjuk, majd 10,0 cm<sup>3</sup>-es mintáit metilnarancs indikátor mellett 0,100 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-mérőoldattal titráljuk. Az átlagos fogyás 28,78 cm<sup>3</sup>. Ha az oldat ugyanilyen 10,0 cm<sup>3</sup>-es mintáit timolftalein indikátorral titráljuk, a fogyás 33,57 cm<sup>3</sup> átlagosan.

A fehér anyag egy újabb 1,00 grammos mintáját meleg vízben oldva heves gázképződést figyelhetünk meg, és a távozó gőzökbe vizes univerzál indikátorpapírt tartva piros szín figyelhető meg. A kapott oldatot kiforraljuk, és visszahűtve 100 cm<sup>3</sup> oldatot készítünk. Ennek 10,0 cm<sup>3</sup>-eit metilnarancs indikátor mellett 0,100 mol/dm<sup>3</sup>

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

*Mi lehetett a fehér anyag?*

(Borbás Réka)

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

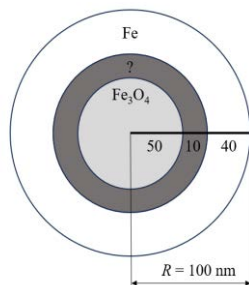
*Milyen gázok keletkeznek az elektrolízis során?*

(Borbás Réka)

**H446.** A **H444.** feladatban tárgyalt Haber–Bosch szintézis sikerének kulcsa a katalizátor: finom eloszlású vasat használnak, amelyet magnetitből ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) állítanak elő.

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

10 g vasból állítottak elő gömbszerű nanorészecskékből álló katalizátort. A szemcsék sugara  $R = 100 \text{ nm}$ . A részecskék szerkezetét az ábrán szereplő modellel lehet közelíteni: a mag  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (sugár: 50 nm), a külső héj Fe (vastagság: 40 nm), és köztük egy 10 nm vastagságú réteg található.



Sűrűségadatok:

Anyag	Fe	FeO	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	FeOOH	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	7,9	5,7	5,0	5,3	4,3	3,9

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

(üzbégi diákolimpiai feladat)

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

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

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

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

(üzbégi diákolimpiai feladat)

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

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

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

Az első részlethez feleslegben  $\text{BaCl}_2$ -ot adunk, és  $0,929\text{ g}$  fehér **B** csapadék keletkezik. A másik feléhez feleslegben ammóniaoldatot adunk: barna **C** csapadék és mélykék oldat képződik. A **C** csapadékot kiszűrjük, és lúgos  $\text{KBrO}_3$ -oldatban feloldjuk. Bíborszínű oldat keletkezik, amely a **D** vegyületet tartalmazza. A **D**  $\text{BaCl}_2$ -dal reagálva  $0,256\text{ g}$  vörös **E** csapadékot ad. A **D** és **E** oxigéntartalma  $32,9\%$ , illetve  $24,9\%$ .

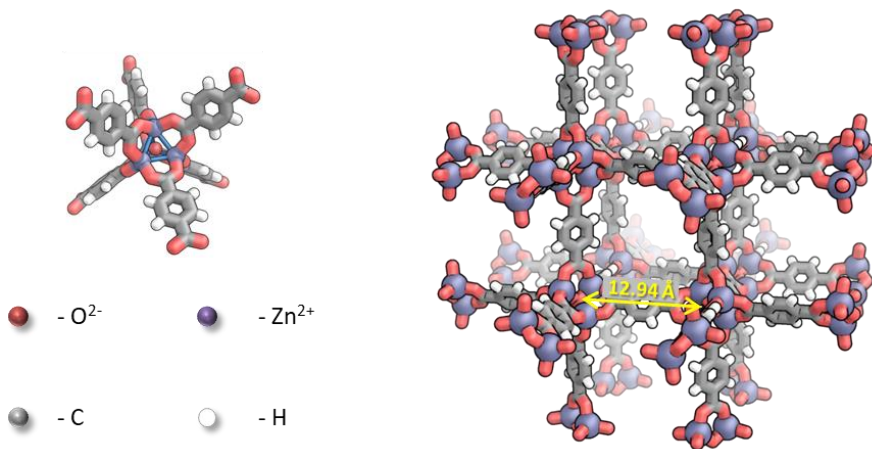
a) *Határozd meg az ásvány összegképletét, és azonosítsd az A–E vegyületeket!*

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

(üzbégi diákolimpiai feladat)

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

Az egyik legismertebb MOF, a MOF-5 cink-oxo-klaszterekből ( $\text{Zn}_4\text{O}$ ) és 1,4-benzol-dikarbonsav ( $\text{H}_2\text{BDC}$ ) ligandumokból épít fel egy kockarácsra hasonlító szerkezetet. Minden  $\text{Zn}_4\text{O}$  csomópont hat darab BDC linkerrel kapcsolódik a szomszédos csomópontokhoz, miközben minden linker két csomópontot köt össze.



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

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

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

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

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

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

d) *Hány  $\text{nm}^2$  aktív felület jut egy kockára?*

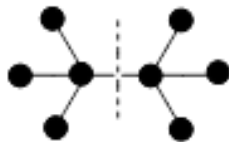
A MOF-5 hidrogéntárolási képességeit tesztelve azt találták, hogy  $10 \text{ g}$  anyag  $20 \text{ bar}$  nyomáson,  $298 \text{ K}$  hőmérsékleten  $1,0$  tömegszázalék  $\text{H}_2$ -t képes felvenni.

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

(üzég diákolimpiai feladat)

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

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



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

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

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

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

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

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

(üzbégi diákolimpiai feladat)

## Megoldások

**K533.**

A)	
Z	R
N	A

B)	
C	S
A	R

C)	
N	E
A	U

D)	
C	R
S	E

E)	
C	E
L	U

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

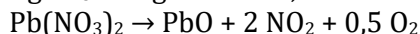
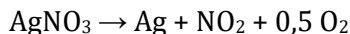
F)	
S	B
N	I

G)	
A	T
C	M

*A beküldött megoldások többsége pontos, jól követhető volt.*

(Varga Szilárd Bercel)

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

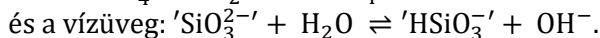
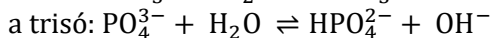
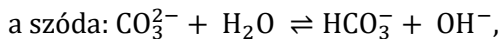


Jelölje  $x$  mol a mintában 1,000 mol ezüst-nitrát mellett jelen lévő ólom-nitrát anyagmennyiségét! A reakcióegyenletek alapján az 1,000 mol  $\text{AgNO}_3$  bomlása során 1,000 mol  $\text{NO}_2$  és 0,500 mol  $\text{O}_2$ , míg az  $x$  mol  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  hőbontásakor  $2x$  mol  $\text{NO}_2$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

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

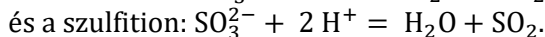
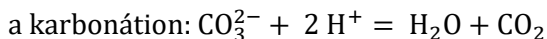
(Vörös Tamás)

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

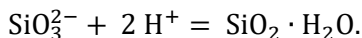


A szulfít és a tioszulfát is enyhén lúgosan hidrolizál, ez azonban jellemzően nem mutatható ki egyértelműen pH-papírral (pH: 8-9).

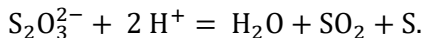
Savval két anyag fejleszt gázt:



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

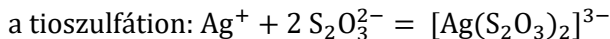


A tioszulfátból felszabaduló tiokénsav pedig lassan diszproporcionálódik, elemi kén és kén-dioxid keletkezik:



A foszfátok nem adnak észlelhető reakciót erős savakkal.

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



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

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

Így a helyes sorrend:

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

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

(Viczkó Csaba)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

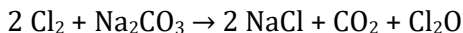
(Simon András Márk)

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

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

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

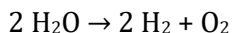
Vagyis, ha  $k = 1$ , akkor  $M_{\text{X}} = 35,48 \text{ g/mol}$ ; tehát  $\text{X}$  elem jó közelítéssel a klór és az egyszerűen negatív ion is stimmel. Nagyobb  $k$  értékekre nem kapunk kémiaiilag értelmes megoldást. Ez alapján már sorba kitalálhatjuk a többi hiányzó betűt. Természetesen  $q = 2$ . A klórgáz  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -tal való hevítésének egyenlete:



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



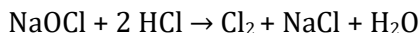
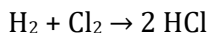
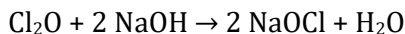
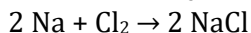
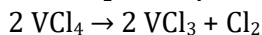
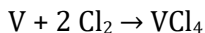
Utóbbi termékek közül a még ismeretlen kettőből oxigénné a víz elektrolizálható (**U** vegyület), ami folyadék is. Így mellette **Z** a nátrium-hipoklorit. Az elektrolízis:



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

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

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



Bár nem elsődlegesen, valójában a  $\text{NaClO}_3$  is belefér megoldásként **Z** vegyületre, így ezt is elfogadtuk.

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

(Szobota András)

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

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

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

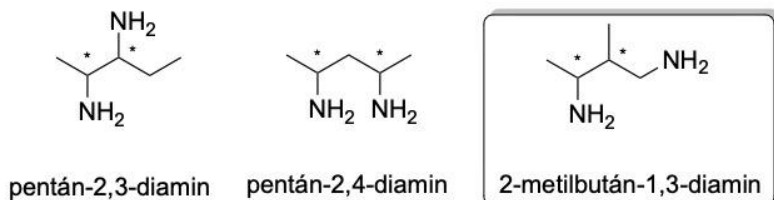
szénatom lehet a vegyületben, de  $C_6H_{16}O_2$  képlettel sem képzelhető el molekula. Amennyiben a heteroatom nitrogén, úgy 2 nitrogén mellett 14 hidrogénatom van benne, emellett a széntartalom:

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

és

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

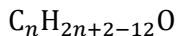
között lehet. Ekkor  $C_5H_{14}N_2$  képlettel elképzelhető egy stabil, nyílt láncú vegyület, amely két aminocsoportot tartalmaz (egy N-atom mindig eggyel növeli a teltett vegyületben levő hidrogének számát). A szerkezeti képlet meghatározásához a következő megállapításokat tehetjük: két olyan pentándiamin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



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

(Viczkó Csaba)

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

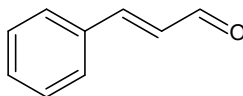


Így felírható az alábbi összefüggés a C atomok tömegszázalékának ismeretében:

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

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

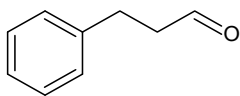
b) Az oxigéntartalmú csoport, amely oxidálható s redukálható is, egyértelműen a formilcsoport. A feladat szövege elárulja, hogy egész molekulára kiterjedő delokalizációt találunk a molekulában, és mivel ennyire sok benne a C és kevés a hidrogén, gondolhatunk egyből egy aromás gyűrűre is. Mivel egy szénatomhoz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



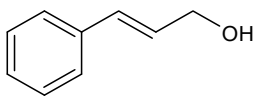
c) Ebben a feladatrészben 3 redukált terméket kellett megadni (a képletek lejjebb találhatóak egy nagy ábrán összegezve). Fontos kiemelni, hogy itt a 2-es és 3-as szénatom közötti kettős kötés és a formilcsoport redukálható könnyen, de megfelelő körülmények között a benzolgyűrű is telítethető. Így tehát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

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

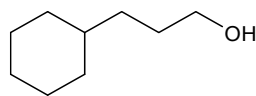
kötésnél, és a láncvégeken karboxilcsoportot kapunk. Így a két termék: benzooesav [5] és oxálsav (etándisav) [6].



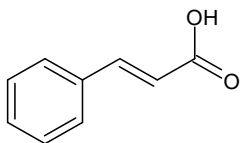
[1]



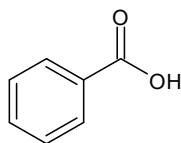
[2]



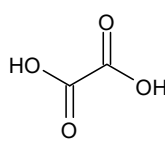
[3]



[4]



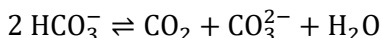
[5]



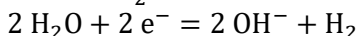
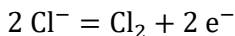
[6]

(Kovács Máté)

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



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



c) A lejátszódó a reakció a klór diszproporciója:



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

e) Az azonos minőségi összetétel azt jelenti, hogy az ismeretlen vegyület nátriumot, hidrogént, ként, és oxigént tartalmazhat. A titrálás alapján  $120,0n$  g/mol az ismeretlen vegyület moláris tömege, ahol  $n$  a savértékűsége. Ez alapján  $n = 1$  esetén értelmes eredményt kapunk, ugyanis ilyen moláris tömeggel jellemezhető az  $\text{NaHSO}_4$ . A nátrium-hidrogén-

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

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

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

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

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

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

(Ficsór István Dávid)

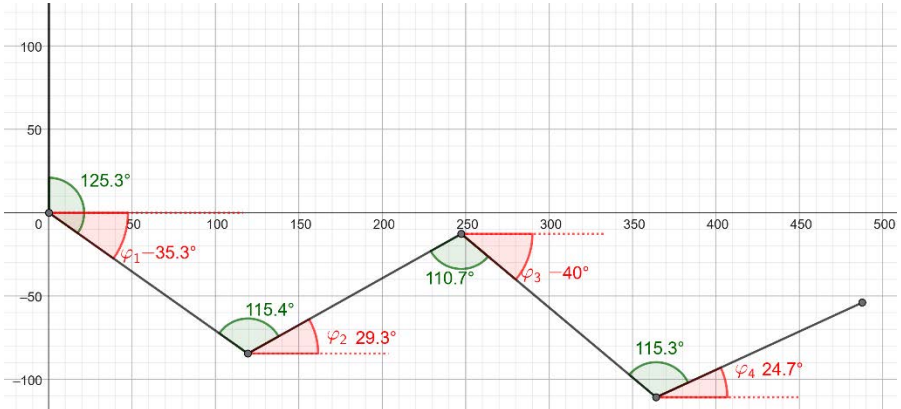
**H436.** Szemeljük ki azt a szénatomot, amely három másik szénatomhoz is kapcsolódik, és azt a kettős kötést, amelyben ez a szénatom vesz részt (136,0 pm). Innen indulva a szögek megfelelő előjelű összeadásával ki lehet számolni, hogy hozzá képest mennyivel fordul el a következő, pontosan azonos helyzetű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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A két azonos helyzetű szénatom távolsága így:

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

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

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

Így a ciklus átmérője mintegy 4,3 nm.

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

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

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

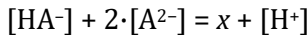
4. A feladatot egy geometriai problémára lehetett visszavezetni: háromszögek sorozatának tulajdonságait kellett számolni két oldal hosszából és általuk bezárt szögből. Sok jó megoldás érkezett, de a geometriai részét mindenki összetettebb módon közelítette meg, mint az itt bemutatott megoldás: általában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

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

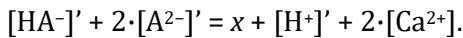
(Lente Gábor)

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

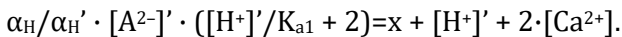
Az eredeti  $pH = 4,2$ -n az eredeti kompótban a töltésmérleg:



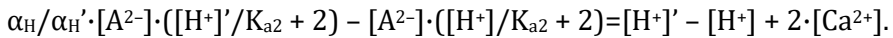
ekkor  $x$ -szel jelöltük az összes kation koncentrációt. Az egyszerűség kedvéért úgy számolunk, hogy megkeressük mekkora az vízkeménység, amely esetén éppen  $pH = 4,6$  alakul ki. Ekkor a töltésmérleg:



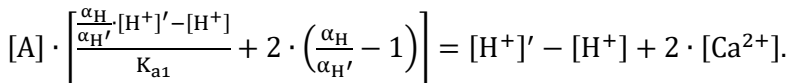
Átalakítva a savállandóval:  $[A^{2-}] \cdot ([H^+]/K_{a2} + 2) = x + [H^+]$ . Használjuk  $\alpha_H$ -t:  $[A^{2-}] = c_{sav}/\alpha_H$ , ( $c_{sav}$  az almasav specieszek összkoncentrációja), ekkor  $[A^{2-}]' = [A^{2-}] \cdot \alpha_H/\alpha_H'$ . Az adott  $pH$  értékeken:  $\alpha_H = 10,42$  illetve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



Ha a két töltésmérleget kivonjuk egymásból:



Némi átalakítással:



Majd, mivel az ismert paraméter  $c_{sav}$  :

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

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

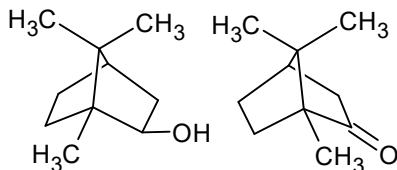
$$0,209 \cdot c_{\text{sav}} + 3,80 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot [\text{Ca}^{2+}]$$

Most már csak a két ismeretlen paraméter összehasonlításán van a sor. Hazánkban lévő legkeményebb víz kb. 300 mg/l CaO tartalom. Így max. 5,36 mM „koncentráció” CaCO<sub>3</sub> oldódhat kompótban, feltételezve, hogy max. azonos térfogatú vízből tud kiválni a vízkő. Így  $c_{\text{sav}} = 0,0511$  M gyümölcssav (almasav) koncentrációt kapunk. Kisebb érték esetén a szükséges pH érték felé kerülne a kompót. Az alma sűrűsége kb. 1 g/cm<sup>3</sup>, az almasav tömeg%-a kb. 0,25 - 1%, moláris tömege pedig 134 g/mol. Így ez kb. 20 - 75 mM. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy nem tudjuk, hiszen gyümölcs függő, és a többi összetevővel nem foglalkoztunk, de azt ebből az egyszerű számolásból is láthatjuk, hogy annyira nem volt alaptalan a félelme, hiszen már ilyen elhanyagolásokkal is kérdéses a helyzet.

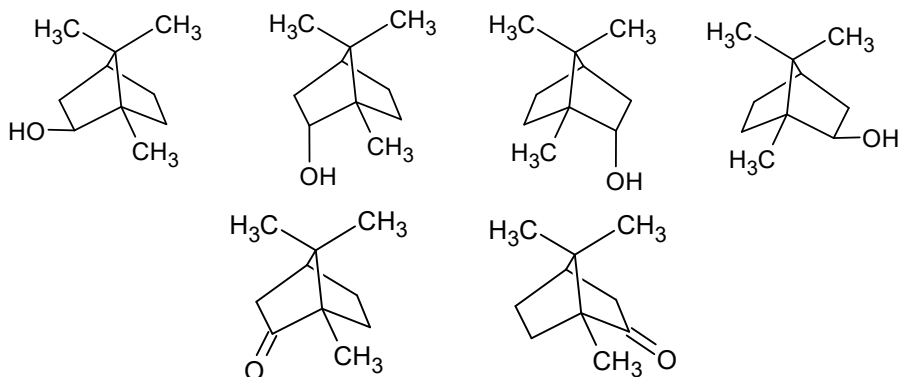
*A feladat nehéznek bizonyult, kiemelkedő volt Elek János megoldása.*

(Nemeskéri Dániel)

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



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



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

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

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

f) Szublimáció. Kámforrá vált.

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

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

(Ficsór István Dávid)

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

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

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

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

A savi disszociációs állandókat felhasználva:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Ennek az egyenletnek a diszkriminánsa:*

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

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

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

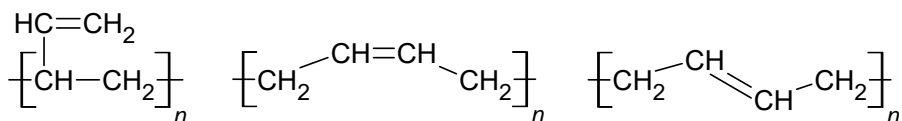
$$I = [0,00887; 0,01331]$$

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

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

(Ficsór István Dávid)

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



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

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

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

c) A megadott adatok alapján az oldatban a polimer tömegkoncentrációja 2,8075 g/dm<sup>3</sup>, illetve 2,8075 kg/m<sup>3</sup>.

A megadott egyenletből az átlagos molekulatömeg kifejezhető:

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

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

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

e) Műgumi alapanyaga.

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

(Ficsór István Dávid)

## **KERESD BENNE A KÉMIÁT!**

**Szerkesztő: Keglevich Kristóf**



### **Kedves Diákok!**

Itt a 2025/2026-os tanév utolsó fordulója. Ez alkalommal általános és szerves kémia kerül terítékre. Az e lapszámban közölt idézetekhez kapcsolódó megoldásokat az eddigiekhez hasonlóan a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon keresztül küldhetitek be.

**Beküldési határidő: 2026. április 30.**

Az új feladatok kitűzését követően olvashatóak a 2025/5. sz. feladatainak megoldásai.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

\*

### **9. feladat: Rejtő Jenő és a gyomorsavhiány (11 pont)**

*„Az étteremben [...] Vanek úr a szemüvegét is előhúzta a felső zsebéből, hogy az étlapot kellő elmélyüléssel tanulmányozza. Alapos ember volt. Előételtől a tésztáig, bortól az ásványvízig mindent megbeszélt.*

*– És előzőleg hozzon egy pohár vízben két teljes kifacsart citromot, mert savhiányban szenvedek.*

*– Rendben van.*

*– Nincs rendben, de itt nem tudtam gyógykezeltetni magamat.”*

*(Rejtő Jenő: A tizennégy karátos autó [1940])*

### **Kérdések:**

*A gyomor nyálkahártyájában lévő mirigyek gyomornedvet termelnek, amitől erősen savas kémhatás (pH = 1–2) alakul ki.*

a) Melyik sav a gyomorsav fő összetevője? (1 pont)

- b) Milyen szerepet tölt be a gyomorsav, miben van szerepe a gyomor-  
nedv savas kémhatásának? (2 pont)
- c) A Vanek úr problémájával ellentétes szituációban, gyomorsavtúl-  
tengés esetén szódbikarbóna fogyasztását szokás javasolni. Írd fel a re-  
akció egyenletét! (1 pont)
- d) A szódbikarbóna oldata lúgos kémhatású. Mi a jelenség neve? Írd  
fel a kémhatás kialakulását igazoló reakció egyenletét! (2 pont)
- e) Mi annak az oka, hogy a gyümölcssalátához kevert citromlé késlel-  
teti a salátában lévő alma megbarnulását? (1 pont)

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

- f) Írd fel a reakció egyenletét, összegképleteket használva! 1 mol glü-  
kózból 1 mol citromsav keletkezik. (1 pont)

*Citromsav és ecetsav is használható vízkőoldásra.*

- g) Milyen anyagok alkotják a vízkövet? (1 pont)
- h) Írj két okot, amiért érdemesebb lehet citromsavoldatot használni  
erre a célra! (2 pont)

(Keglevich Kristóf)

### **10. feladat: a benzol szerkezete (10 pont)**

*„A benzol mérgező molekulái egyre fokozódó erővel törtek be a csontve-  
lőbe. A vérrel kevert vegyi anyag a támasztó csontok keskeny szilánkjá kö-  
zött sodródva teljesen elöntötte az érzékeny szövetet. Lecsapott rá, mint  
egykor Rómára a megvadult, barbár hordák. És a következmény is ugyan-  
olyan végzetes volt. A bonyolult összetételű velő, amely a vér sejttartalmá-  
nak többségét szolgáltatja, nem bírta ellenállni a betolakodóknak. A ben-  
zolnak kitett valamennyi sejtet támadás érte. A vegyi anyag, jellegénél  
fogva, úgy hasított át a sejthártyákat, akár egy acélpenge a vaját. Vörös  
vagy fehér, fiatal vagy érett sejt – mindegy volt neki. Némely szerencsés  
sejtben, amelybe csupán néhány benzolmolekula hatolt be, az enzimek ha-  
tástalanították a vegyi anyagot. Többségükben azonban a belső hárttyák  
azonnal elpusztultak.”*

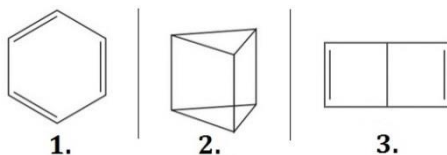
*(Robin Cook: Láz [1982] – Vámosi Pál fordítása)*

**Kérdések:**

*A benzol összegképletét ( $C_6H_6$ ) 1832-ben állapították meg, miután sikerült megmérni moláris tömegét (78 g/mol). Ma is használt szerkezeti képletét először Friedrich August Kekulé német kémikus rajzolta fel 1865-ben, amikor a szén négyvegyértékűségét szem előtt tartva rájött arra, hogy a molekulában a szénatomok gyűrűvé kapcsolódhatnak, és feltételezte, hogy a kettős és egyes kötések felváltva helyezkednek el.*

- Hogyan határozható meg viszonylag egyszerűen a benzol moláris tömege? Javasolj egy mérési módszert! (1 pont)
- Mi az az ismert anekdota, amely Kekulé felismeréshez kötődik? (1 pont)

*Kekulé képletét eredetileg javasolt formájában (1) a tudóstársadalom nem fogadta el azonnal. 1869-ben Albert Ladenburg (2) és tőle függetlenül James Dewar (3) is előállt egy-egy szerkezeti képlettel (Dewar többel is), amellyel a benzolt kívánták modellezni.*



- Említsd meg a benzol egy-egy olyan kémiai tulajdonságát, amely ellentmond a Kekulé-, Ladenburg- és Dewar-féle szerkezetnek, és ami megnehezítette a képletek korabeli elfogadását! Indokold meg, az adott tulajdonság(ok) miért mond(anak) ellent az egyes képleteknek! (3 pont)
- A három modell közül mely(ek) tükrözi(k) helyesen, hogy a benzol mindegyik hidrogénatomja ugyanolyan környezetű és egymással ekvivalens? (1 pont)
- A benzol Kekulé-képlete is csak egy fontos módosítással igaz. Mi ez a módosítás? (1 pont)
- Hogy nevezzük azt a kettőskötés-rendszert, amelyben a kettős és egyes kovalens kötések felváltva helyezkednek el? (1 pont)
- Magyarázd meg, mi az oka, hogy a benzolmolekula „úgy hasítja át a sejtártyákat, akár egy acélpenge a vaját”! (2 pont)

(Keglevich Kristóf)

**11. feladat: Agatha Christie és a pikrinsav (9 pont)**

„A terv kiviteléhez feltétlenül szükséges volt, hogy lövést halljanak – különben továbbra is gyanúsították volna. Mrs. Protheroe-t. Azt nem tudom pontosan, hogyan mesterkedett Mr. Redding. De úgy tudom, a pikrinsav robban, ha súlyt ejtenek rá, és ugyebár, emlékszik, drága tiszteletes úr, hogy találkozott Mr. Reddinggel, amint egy nagy követ cipelt az erdőnek abban a részében, ahol maga a kristályt megtalálta. Ó, az urak olyan ügyesek az ilyesmiben – a követ bizonyára felfüggesztette Mr. Redding, és időzített gyújtózsínórt helyezett el alatta ... holmi lassan égő gyufát talán? Valamit, ami pontosan húsz perc alatt ég át – hogy a robbanás fél hétkor következék be, amikor ő meg Mrs. Protheroe mindenki szeme láttára kilép a műteremből. Egészen biztonságos trükk.”

(Agatha Christie: Gyilkosság a paplakban [1930] – Borbás Mária fordítása)

**Kérdések:**

A pikrinsav (2,4,6-trinitrofenol, TNP) sárgás színű, szagtalan, szilárd halmozállapotú anyag. Erős, egyértékű sav.

- Milyen funkciós csoportokat tartalmaz a pikrinsav molekulája? (1 pont)
- A pikrinsav molekulájának mely tulajdonságával függ össze az anyag sárgászöld színe? (1 pont)

Vízoldhatósága 20 °C-on kb. 1,3–1,4 g / 100 g víz, azaz nem túl jó.

- Vajon 1 mol/dm<sup>3</sup>-es sósavban vagy nátrium-hidroxid-oldatban oldódik nagyobb mértékben? Miért? (2 pont)
- A pikrinsav ammóniumsóját is robbanószerként használták, ekrazit néven. Add meg az ammónium-pikrát összegképletét! (1 pont)
- Más források szerint magát a pikrinsavat forgalmazták ekrazit néven. Egy harmadik robbanóanyag is futott ekrazitként (vagy volt része a robbanóelegynek). Add meg ezen anyag nevét és egy lehetséges szerkezeti képletét! (2 pont)
- Mire használták még a pikrinsavat (amellett, hogy robbanószerként alapanyagául és laboratóriumi reagensként szolgált)? (2 pont)

(Keglevich Kristóf)

## A 2025/5. számban kitűzött feladatok megoldása

### 4. feladat: a periódusos tábla legvégén lévő elemek (Pelevin)

A jelenleg legteljesebb, az összes bizonyított létezésű elemet tartalmazó periódusos rendszer utolsó eleme, az oganeszon formálisan a nemesgázokhoz tartozik, habár szilárd, és a VIII. főcsoportra jellemző tulajdonságai még nincsenek igazolva. Az utolsó, fémnek tekinthető elem a tenesszium. Ez a halogének főcsoportjában van (a fölötte lévő asztáciumot is félfémnek szokás tekinteni).

A periódusos rendszer végén lévő elemek jellemző felezési ideje 1–100 ms. Néhány konkrét példa:

<i>rendszám</i>	<i>vegyjel</i>	<i>név</i>	<i>felezési idő (izotóp tömegszáma)</i>
113	Nh	nihónium	2.0 ms (278) – 2 s (290)
114	Fl	fleróvium	2,5 ms (284) – 19 s (290)
115	Mc	moszkóvium	20 ms (286) – 650 ms (290)
116	Lv	livermórium	8,3 ms (290) – 57 ms (293)
117	Ts	tenesszium	22 ms (293), 51 ms (294)
118	Og	oganeszon	0,7 ms (294)

A legtöbb transzurán elem felfedezése Glenn Theodore Seaborg (1912–1999) nevéhez köthető. Minden kútfő egyetért abban, hogy közreműködött a Pu, Am, Cm, Bk és a Cf felfedezésében, de sok irodalmi forrás az Es, a Fm, a Md, a No és a Sg felfedezőjeként is szerepelteti. Ez összegezve tíz elem. A Kaliforniában található Berkeley Egyetemhez kötődő – egy időben Seaborg által vezetett – kutatócsoport összesen 16 elemet fedezett fel a 20. század közepén-második felében, ám mivel az esetek többségében csapatmunka érvényesült, nem mondható meg teljes egyértelműséggel, hány elemet fedezett fel Seaborg.

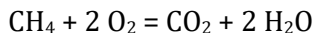
Megemlítenéd, hogy a netes oldalak Albert Ghiorso-t (1915–2010) 12 elem – Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg – társfelfedezőjeként említik, ezért azt is elfogadtuk, ha az ő neve szerepelt válaszként. Látható, hogy az elemek nagy része azonos a Seaborg nevével említettekkel, hiszen Ghiorso is ugyanazon berkeley-i kutatócsoport tagja volt.

*A feladatot sokan oldották meg jól, a beküldött megoldások pontszámainak átlaga 6,3 pont. 12 megoldás volt hibátlan.*

(Turányi Tamás)

## 5. feladat: metán a kőszénbányában és az olvadékelektrolízis (Verne)

A sűjtólég vagy bányalég fő komponense a metán. Levegőn való felrobbanásakor a következő reakció megy végbe:



A fosszilis úton keletkező földgáz túlnyomó része metán (pl. az orosz földgáz tipikusan 97 térfogatszázalék metánt tartalmaz). Metánt termelnek a kérődző állatok gyomrában lévő metanogén (metántermelő) baktériumok, ezért a tehenek stb. metánt büfögnek. Baktériumtermelésnek köszönhetően az emberi emésztés során is létrejöhet metán, ez a bélgázzal távozik. A rizstermesztés során azért szabadul fel metán, mert – más gabonafélékkel ellentétben – a rizst elárasztott területeken termesztik. A víz miatt a talaj és a légkör között gátolt a levegőcsere, fel tudnak szaporodni a metántermelő baktériumok. Számottevő mennyiségű metán található jégbe fagyva a sarkvidékeken, ahonnét jelenleg – a klímaváltozás eredményeképp – fokozódó mértékben szabadul ki.

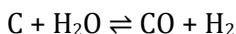
A három legfontosabb üvegházhatású gáz a vízgőz, a szén-dioxid és a metán (említhető még az ózon, a dinitrogén-oxid, a fluorozott szénhidrogének stb.). A szén-dioxid és a metán jelentős része emberi tevékenységből származik. Az éghajlatváltozásban játszott szerepük jelentősen eltér. A metánmolekula az üvegházhatás kialakítása szempontjából kb. 20–25-ször erősebb hatást fejt ki, mint a szén-dioxid, azaz jobban nyeli el az infravörös hullámhosszú fényt. Azonban a metán koncentrációja sokkal alacsonyabb a szén-dioxidénál, azonkívül sokkal kevesebb időt tartózkodik a légkörben: a metánmolekulák átlagosan kb. 10 esztendőt töltenek a légkörben, a szén-dioxid-molekulák viszont több mint 100 évet. Másként fogalmazva: a metán gyorsabban okoz kárt, de hamar eltűnik a légkörből, míg a szén-dioxid évtizedről évtizedre kisebb mennyiségű hőt tart vissza folyamatosan. Összességében azonban a 200-szor nagyobb koncentrációban előforduló szén-dioxidot sokkal súlyosabb „felelősség” terheli az üvegházhatás megnövekedéséért, mint a metánt.

Humphry Davy (1778–1829), korának egyik legismertebb fizikusa és kémikusa nevét őrzi a Davy-féle biztonsági bányászlámpa. A korábbi, nem biztonsági lámpák szabadon égtek a bányalevegőben, lángjuk belobbanthatta vagy berobbanthatta a fölgyülemllett metánt. Az 1816-ban elkészült Davy-lámpa kanócát (a lángot) sűrű szövésű drótháló ölelte

körbe. Ha a levegő metántartalma túllépte az 5 térfogatszázalékot és robbanás következett volna be (az 5–15% metántartalmú gázelegy robban, amint ezt Davy megállapította), amint a lángfront a kanóctól a fémháléhoz ért, a fémszövet a rajta áthatoló lángot annyira lehűtötte, hogy a hőmérséklet a metán gyulladási hőmérséklete alá került. Ezért a láng kialudt, nem történt katasztrófa. Így Davy felismerte a gyors égés harmadik feltételét: hogy szükséges hozzá a gyulladási hőmérséklet.

Davy figyelmét felkeltette az Alessandro Volta-oszlop és az ennek segítségével végrehajtott vízbontás. Kísérletezett az elektromosság más anyagokra gyakorolt vegyi hatásával, és kellően nagy áramerősséget alkalmazva sikerült végrehajtania a nátrium- és kálium-hidroxid (olvadék)elektrolízisét, így felfedezte a nátriumot és a káliumot. Ugyanebben az évben (1808) és ugyanezen a módon a kalciumot, a stronciumot és a báriumot is sikerült előállítania, illetve bizonyította, hogy a magnézia (MgO) egy, az eddigiektől különböző fém oxidja. Bár a magnéziumot csak kis mennyiségben és nem teljesen tisztán tudta előállítani, felfedezőjének Davy-t szokás tekinteni. A hetedik elem, amely felfedezésében Davy szerepet játszott, a bór (ezt ugyancsak 1808-ban tőle függetlenül Gay-Lussac és Thénard is előállította).

A világítógázt (más néven városi gáz vagy légszesz) pl. a feketekőszén száraz lepárlásával vagy izzó szén és vízgőz reakciójával állították elő. Utóbbi, kb. 1000 °C-on lejátszódó folyamat egyenlete:



Látható, hogy a világítógáz két fő komponense a szén-monoxid és a hidrogén.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga magas, 14 pont. Maximális pontszámot ért el Horváth Márton, Németh Kolos, Parma Abigél, Szabó Áron, Szabó János Bence és Vámi Ármin. Dicsérőleg említem, hogy Nagy Bence Máté válasza forrását is feltüntette, ami elegáns és felnőtt.*

(Keglevich Kristóf)

## **6. feladat: mészkő, márvány, barlang (Auden)**

A mészkő (egy üledékes kőzet) uralkodó ásványa a kalcit, a trigonális formában kristályosodó kalcium-karbonát. Az ásványok kémiaiilag tiszta anyagok (természetes eredetűek és többnyire vegyületek), a kőzetek ezzel szemben nagy mennyiségben előforduló ásványkeverékek. A

metamorf márvány is lényegileg kalcitból áll, azonban nagy hőmérsékleten és / vagy nyomáson történő képződése során a mészkőben lévőkhöz képest nagyobb, gyakran több mm nagyságú kalcitkristályok alakulnak ki benne. Emiatt a márvány könnyebben hasad, megmunkálása során kevésbé alakul ki nem szándékolt repedezettség. (Kevésbé roncsolódik és jobban megmunkálható.) E hasadási felületek meglétével függ össze a márványfény is, amivel a mészkő nem rendelkezik. Mivel a kristálylapok kémiai ellenállása sokkal jobb, mint a szabálytalan felületeké, a márvány tartóssága is jobb, a márvány faragványok sokkal inkább időtállóak, mint a mészkőből készültek. Előfordult, hogy a beküldők csak egy lényeges tulajdonságot említettek.

A W. H. Auden a mészkőről szóló költeményének harmadik sora nagy hibát tartalmaz (amit nem csak a közép-, de az általános iskolások is felfedezhetnek): „*anyaga [mármint a kalcium-karbonát] oldódik a vízben.*” Az angol eredeti is hibás: „*because it dissolves in water.*” A víz önmagában nem tud barlangokat vájni a mészkőhegységekbe. A karszt kialakulásához elengedhetetlenül szükséges az esővíz szén-dioxid tartalma, a képződő kalcium-hidrogén-karbonát már vízoldékony:



Többen termokémiai egyenlettel írták le a reakciót – ennek kapcsán felhívnám a figyelmet arra, hogy a  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$  nem egészen helyes, hiszen a kalcium-hidrogén-karbonát ionokra disszociáltan,  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$  és  $\text{HCO}_3^{-}(\text{aq})$  formában van jelen a vízben. Az előbbi felírás azt jelentené, hogy kalcium-hidrogén-karbonát részecskéket hidratál a víz.

20 °C körül a mészkő jobban oldódik a szénsavas vízben, mint a dolomit. Ezért eltérő módon erodálódnak. A dolomit elsősorban tördelődik (az esővíz a jéggé fagyás révén fizikailag aprózza), meredek letörések jellemzik, a mérsékelt éghajlati övben karsztformákban szegény. A mészkő – amellett, hogy szintén kialakulhatnak meredek szirtjei – könnyebben mállik, hiszen az esővíz hatására nemcsak fizikailag morzsolódik, hanem kémiailag is oldódik. Tehát a karsztosodás a két karbonátos kőzet közül inkább a mészkőre jellemző.

*Erre a feladatra is túlnyomórészt jó megoldások érkeztek, közülük 9 hibátlanak bizonyult. A pontszámok átlaga 6,9 pont.*

(Filipszki László)

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia angolul

*Szerkesztő: Barabás Gergő*

### **Kedves Diákok!**

A Kémia angol nyelven verseny következő fordulójában az eddigiekhez hasonlóan egy angol nyelvű szöveget magyarra, egy magyar szöveget pedig angolra fordítottunk le – ugyancsak egy program használatával. A témák próbálnak a tavaszhoz kapcsolódni: az egyik szöveg a farsangi fánkokról, és egyúttal a kelt tészták egyik legfontosabb összetevőjéről, az élesztőről mutat be egy kis érdekességet. Az eredeti cikket is érdemes elolvasni, hogy a kivonat félrefordítását jobban meg lehessen érteni.

A másik szöveg röviden arról ír, hogy mi is okozza egyáltalán a „tavasz illatát” – amit mindannyian érzünk, de valószínűleg kevesen tudják, hogy ez mégis minek köszönhető.

A szövegekben a program továbbra is a már megszokott, vagy talán új hibákat véti – ezeket keressétek meg és javítsátok ki! Kérjük a javításokat jelölni, hogy lehessen követni, milyen változtatásokat javasoltatok.

Maximálisan továbbra is **100 pontot** lehet kapni. Ha valaki nem tudja befejezni a szövegek lektorálását, dolgozatát akkor is küldje be, hiszen a részpontok is beleszámítanak a pontversenybe.

A javításokat beküldeni a **Gradescope** felületen keresztül lehetséges.

A formai követelményekre és az instrukciókra ügyeljetek: **minden egyes lap bal felső sarkában, a fejlécben szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya.** Csak a **névvel ellátott dolgozatok** kerülnek értékelésre! Javításaitokat szaktanároknak is érdemes elküldeni.

**Beküldési határidő: 2026. április 30.**

Jó hibakeresést, jó versenyzést kívánok!

Az 2025/5. szám javításával kapcsolatban néhány jövőbeli jó tanácsot szeretnék megosztani. A 2026-os kémia Nobel-díjat fémorganikus váz-szerkezetekért ítélték oda – és ezt az elnevezést szerencsére többen is használták. A szöveg nehézségét a Nobel-díj bizottságának rövid, és egyúttal tömör megfogalmazása adta. Ebben az esetben a fordítónak is célszerű törekednie hasonló tömörségre, azonban ez nem mehet a minőség rovására. Ilyenkor rendkívül fontos, hogy a szöveg követhető legyen – és ezt a tagolás nagyon segíti, amit viszont többen nem tettek meg.

A gyufa története esetén talán egy szó fogott ki a legtöbbször: kevesen merték leírni a *noiseless* szót a zajtalan gyufa jelzéséhez – pedig valóban ez az angol megfelelő, és valóban használják is. 😊

A 2025/5. számban megjelent szövegek helyes fordítása:

### **History of Matches the match**

[...]

The invention of ~~a silent~~ the noiseless, non-explosive match is credited to our compatriot(,) John Irinyi/János Irinyi, who discovered ~~this the~~ the solution in 1836. He was led to this ~~led to an~~ by the unsuccessful experiment by/of his professor, Paul Meissner/Pál Meissner, who rubbed sulfur with lead oxide, but the match failed to ignite/the ignition failed (to happen/occur)/did not occur. Irinyi realized that "if he had used phosphorus instead of sulfur, it would have ~~burned out~~ burning long ago." Irinyi replaced the "~~chlorine-slaked lime-chloric potash/chlorate of potash/potcrate/Berthollet salt~~" (KClO<sub>3</sub> - potassium chlorate) with lead oxide (PbO<sub>2</sub>). After cooling, the phosphorus, ~~dissolved~~ melted in hot water and granulated by stirring/mixing/shaking, was mixed/combined with lead oxide and gum arabic, and wooden sticks with sulfurized ends were immersed/dipped in the resulting mixture. However, the now conveniently usable match still contained highly toxic white phosphorus ~~and~~,

so it was(,) therefore(,) banned in most countries. In 1845, ~~the~~ Austrian chemist Anton von Schrötter had already discovered red phosphorus, which later ~~became an alternative to~~ made it possible to replace the dangerous white phosphorus. In the safety match, the red phosphorus was applied not to the match head, but to the ~~friction surface~~ friction-slip, which in addition to the red phosphorus also contained antimony trisulfide. ~~On the ignition head was composed~~ primarily of potassium chlorate and flowers of sulfur were fixed using gum arabic. This invention was called the "Swedish match" because Swedish university professor Gustaf Erik Pasch patented it before Schrötter. Based on this, the Lundström brothers began producing a the "safety lighter" in Jönköping in 1845, after ~~several~~ some/a few improvements. In the 1860s, the use of the Swedish match spread worldwide. This led to a series ~~the development~~ of matchmaking processes, in which white phosphorus was eventually replaced by red phosphorus. The potassium chlorate (present) in the original Swedish match was dangerous and was replaced by potassium dichromate and lead oxide ~~in~~ by the 20th century. The head of a the modern match contains an oxidizing agent (e.g., lead oxide), antimony sulfide, powdered glass, and a colorant incorporated into/included in/embedded in a binder. The resulting match head is lit on a friction ~~surface-slip~~—formed prepared/made on the side of the matchbox—containing red phosphorus, brown stone black oxide of manganese/pyrolusite (manganese dioxide;  $MnO_2$ ), and ground glass, all bonded together fixed with a binder. Friction/Rubbing causes the ~~evaporating/vaporized/(evaporated)~~ red phosphorus to ignite the oxidizing agent in the match head, and combustion spreads to the wooden wick/splint, which carries the flame.

[...]

## **Molekuláris architektúrájuk/szerkezetük teret enged a kémia számára**

A 2025-ös kémiai Nobel-díj nyertesei olyan molekuláris szerkezeteket hoztak létre, amelyekben nagy terek vannak, (és) amelyeken keresztül gázok és más vegyi anyagok áramolhatnak/tudnak áramolni. Ezeket a szerkezeteket, az úgynevezett fémorganikus vázakat vázszerkezeteket,

fel lehetne használni víz kinyerésére a sivatagi levegőből, szén-dioxid megkötésére, mérgező gázok tárolására vagy kémiai reakciók katalizálására.

Susumu Kitagawa, Richard Robson és Omar Yaghi nyerték el a 2025-ös kémiai Nobel-díjat. Újfajta molekuláris architektúrát/szerkezetet fejlesztettek ki. Szerkezeteikben a fémionok építőelemekként sarokkövekként működnek, amelyeket hosszú szerves (szén alapú) molekulák kötnék össze. A fémionok és a fémmolekulák (együtt) kristályokba szerveződnek, amelyek nagy üregeket tartalmaznak. Ezeket a porózus anyagokat fémorganikus vázaknak vázszerkezeteknek (MOF-oknak) nevezik. Az MOF-okban használt építőelemek módosításával a vegyészek úgy tervezhetik meg ezeket a szerkezeteket, hogy meghatározott anyagokat rögzítsenek kössenek meg és tároljanak. A MOF-ok a kémiai reakciókat is szabályozhatják/kémiai reakciókat is szabályozhatnak, vagy vezethetik az elektromosságot. „A fémorganikus vázak vázszerkezetek hatalmas potenciállal rendelkeznek, és váratlan lehetőségeket kínálnak új funkciókkal rendelkező, testreszabott anyagok számára” – mondja Heiner Linke, a kémiai Nobel-bizottság elnöke. Minden 1989-ben kezdődött, amikor Richard Robson kísérleteket tett az atomok belső alapvető tulajdonságainak új módon történő felhasználásával. Pozitív töltésű rézionokat kombinált/kapcsolt össze egy négykarú molekulával; ennek (a molekulának) volt egy kémiai csoportja, amelyet vonzottak a rézionok az egyes karok végén/amely vonzódott (a) mindegyik kar /a karok végén (található) rézionokhoz.

Amikor egyesültek összekapcsolódtak/összekötődtek, egy rendezett és tágas kristályt alkottak. Olyan volt, mint egy számtalan üreggel teli gyémánt.

Robson azonnal felismerte (a) molekulászerkezetének (a) lehetőségeit, de az instabil volt és könnyen összeomlott. Susumu Kitagawa és Omar Yaghi azonban szilárd alapot lektették le biztosított(ak) ehhez a konstrukciós módszerhez; 1992 és 2003 között egymástól függetlenül számos úttörő felfedezést tettek. Kitagawa bebizonyította/megmutatta, hogy a gázok be- és kiáramolhatnak a szerkezetekből, és megjósolta, hogy a MOF-ok rugalmassá tehetőek. Yaghi egy rendkívül stabil MOF-ot alkotott, és bebizonyította/megmutatta, hogy racionális tervezéssel módosítható, új és kívánatos tulajdonságok megszerzése érdekében. A díjazottak úttörő felfedezéseit követően a vegyészek több tízezer különböző

MOF-ot építettek. Néhányuk segíthet megoldani az emberiség legnagyobb problémáit kihívásait, olyan alkalmazásokkal, mint a perfluorált zsírsavak (PFAS)/PFAS elválasztása a vízből, a környezetben található gyógyszerek nyomonban történő nyomainak lebontása, a szén-dioxid megkötése vagy a víz kinyerése a sivatagi levegőből.

Az újonnan kitűzött szövegek:

### **The action of yeast**

Wort produced in 100% malted barley, the grain distillery, the grain neutral alcohol or fuel alcohol industries is a complex matrix including fermentable carbohydrate, dextrin, proteins, fatty acids, solids and minerals from the processed cereals. These are all essential for efficient ethyl alcohol and other congener production and yeast performance. The action of yeast when added to wort can be divided into several phases:

- The 'lag' phase – this is seen during the early hours of the fermentation process when there is very little production of alcohol as the yeast is adapting itself and growing in its new surroundings. The yeast will have been added during the early transfer of fresh wort to the clean fermenter and may also have been aerated at this time. This early stage of fermentation is when any contaminating bacteria may cause significant damage with resultant efficiency and quality problems later in the process.
- The 'log' phase – this is the period of rapid fermentation and yeast growth when fermentation is at its most vigorous – with a corresponding rapid increase in the release of heat and rise in temperature of the fermenter if no cooling is employed. This is also the time of vigorous production of carbon dioxide. Within the malt distilling process this is when switchers or antifoam may be used to avoid excessive frothing and foaming – this is generally not an issue for fermentations with high cereal solids concentrations.

- The 'decline' phase – this is the last few hours of fermentation when the yeast activity is falling off, fermentation slows down and eventually stops. This is a time when bacterial growth can be rapid as pH and temperature are ideal for such growth. It is essential the fermented wash is removed to distillation without any undue delay thus avoiding any unnecessary contamination. Balanced and well thought through production planning is key to achieving this.

[...]

Carbon dioxide is an inert gas, it is heavier than air and will tend to fall into enclosed areas if not collected or vented efficiently and can cause death even after very short exposure times. Small spirits producers tend to vent the evolved gas to the atmosphere during fermentation while some of the larger producers will recover this evolved gas in a very capital-intense scrubbing, compressing and liquefaction process. Others may only scrub the gas prior to venting either through its own or some other chimney in the process. Carbon dioxide evolved during fermentation does contain small concentrations of ethyl alcohol, which when water scrubbed and concentrated can be added back into the process stream just prior to distillation.

Retrieved from:

[https://www.cibd.org.uk/media/xtei10n5/2nd-proof\\_yeastandfermentation.pdf](https://www.cibd.org.uk/media/xtei10n5/2nd-proof_yeastandfermentation.pdf)

### **Élesztő aktivitás**

A 100%-ban malátázott árpában, gabonapárlatban, gabonaszemleges alkoholgyártó üzemben vagy üzemananyag-alkoholban előállított cefre egy összetett mátrix, amely fermentálható szénhidrátokból, dextrinből, fehérjékből, zsírsavakból, szilárd anyagokból és a feldolgozott gabonákból származó ásványi anyagokból áll. Mindezek elengedhetetlenek az etil-alkohol és más kapcsolódó termékek hatékony előállításához, valamint az élesztő működéséhez. Az

élesztő aktivitása, amikor a cefréhez adják, több szakaszra osztható:

- A „késői” fázis - ez az erjedés első néhány órájában figyelhető meg, amikor nagyon kevés alkohol termelődik, mivel az élesztő alkalmazkodik és növekszik az új környezetében. Az élesztőt a friss cefre tiszta erjesztőbe történő korai áthelyezésekor adják hozzá, 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 minőségi problémákat eredményezhet.

- A „protokoll” fázis - ez a gyors erjedés és élesztőszaporodás időszaka, amikor az erjedés a legerősebb - a hőfelszabadulás és az erjesztő hőmérsékletének emelkedésével párhuzamosan, ha nem használunk hűtést. Ez az időszak az erőteljes szén-dioxid-termelés időszaka is. A malátalepárlási folyamat során ebben az időszakban habzástgátlókat vagy habzástgátlókat lehet használni a túlzott habzás megakadályozására - ez általában nem jelent problémát a magas gabona szárazanyag-koncentrációjú erjesztéseknél.

- Az „esés” fázis - ez az erjedés utolsó órái, amikor az élesztő aktivitása csökken, az erjedés lelassul, majd végül leáll. Ebben az időszakban a baktériumok szaporodása gyors lehet, mivel a pH és a hőmérséklet ideális az ilyen szaporodáshoz. Alapvető fontosságú, hogy az erjesztett folyadékot sürgősen kivesztés nélkül eltávolítsák desztillációra, így elkerülve a sürgősen szennyeződést. A kiegyensúlyozott és átgondolt termelésstervezés a kulcsa ennek elérésének.

[...]

A szén-dioxid inert gáz, nehezebb a levegőnél, és hajlamos zárt helyiségekbe jutni, ha nem gyűjtik össze vagy szellőztetik megfelelően, és már nagyon rövid expozíciós idő után is halált okozhat. Az

alkoholtartalmú italok kisebb gyártói általában az erjedés során felszabaduló gázt a légkörbe szellőztetik, míg néhány nagyobb gyártó ezt a felszabaduló gázt egy nagyon intenzív mosási, 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 széndioxid kis koncentrációban tartalmaz etil-alkoholt, amelyet a víz tisztítása és koncentrálása után közvetlenül a desztilláció előtt vissza lehet juttatni a folyamatáramba.

Letöltve:

[https://www.cibd.org.uk/media/xteil0n5/2nd-proof\\_yeastandfermentation.pdf](https://www.cibd.org.uk/media/xteil0n5/2nd-proof_yeastandfermentation.pdf)

## **Ami nekünk egyszerű esőillat, az másokat veszélyre figyelmeztet**

Az a friss, kissé fanyar illat, amelyet a talajbaktériumok víz hatására termelnek, és amelyet eső után vagy kertészkedés közben érzünk, a férgek számára figyelmeztetést jelentenek.

Az esőillatként ismert geozmin molekulát, amely egy nyári zápor után, vagy kertészkedéskor a talajból árad és az orrunkat betölti, bizonyos baktériumok termelik, ám nem a mi gyönyörködtetésünkre, hanem, amint az egy új kutatásból kiderült, ragadozóikat figyelmeztető jelként. A talajbaktériumokat az olyan milliméteres nagyságú férgek fogyasztják el, mint a biológiai kísérletek alanyaként ismert *Caenorhabditis elegans* nevű fonálféreg, azonban számos baktérium termel olyan anyagokat, amelyek a férgek számára mérgezőek. Ha egy méregtermelő baktérium geozmint is termel, akkor azt a férgek még azelőtt megérik, mielőtt megennék a kérdéses mikrobát.

Jól ismerjük az állatok riasztó jelzéseit, akár a darazsak feltűnő sárgafekete mintázatát, vagy számos mérgező hernyó feltűnő színeit, amint azt a Concordia Egyetem kutatói kiderítették, a geozmin illata a kis fonálféreg számára hasonló jelentéssel bír.

Az *Applied and Environmental Microbiology* folyóiratban közzé tett tanulmány szerint a kutatók a *Streptomyces coelicolor* nevű baktérium életfunkciói és az általa termelt geozmin közti kapcsolatot vizsgálták, és arra jutottak, hogy e vegyületnek semmi egyéb feladata nincs, mint a figyelmeztetés. Maga a geozmin nem mérgező a férgek számára, azonban a kísérletek során az illatanyagot rendre elkerülték, akkor is, ha a termelő baktériumok nem voltak jelen. Amikor a baktériumokkal is találkozhattak a *C. elegans* férgek, a geozmint megérezve szintén elkerülték azokat, ám, amikor az érzékszervüktől genetikai úton megfosztott férgekkel vizsgálódtak, amelyek nem voltak képesek észlelni a geozmin molekuláit, akkor felfalták a mérgező baktériumokat – ez pedig mind a baktérium, mind a féreg számára végzetes kimenetelt jelentett.

A geozmin egy terpén-molekula, amely már rendkívül kis mennyiségben is erős illatként jelentkezik, vagyis nagyon kevés is elegendő belőle ahhoz, hogy észleljük. Az emberi orr képes akkor is megérezni, ha a levegőnek csupán 5 billiomod részét teszi ki. A kísérletekből úgy tűnik, ugyanez igaz mikroszkopikus szinten is, a baktériumra vadászó férgek rendkívül kis koncentráció esetén is figyelmeztető jelként észlelik. A fonálféreg bolygónk állatvilágának leggyakoribb képviselői, minden egyes emberre 57 milliárd fonálféreg egyed jut, így érthető, hogy a zsákmanyaikat jelentő baktériumok is kifejlesztettek valamiféle védekezési stratégiát e kiterjedt ragadozóhad ellen.

Forrás:

<https://ng.24.hu/termeszet/2022/04/07/ami-nekunk-egyszeru-esoil-lat-az-masokat-veszelyre-figyelmeztet/>

### **What may be a simple rain scent to us is a warning to others**

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

The molecule geosmin, known as the rain scent that rises from the ground after a summer rain or while gardening and fills our nostrils, is produced by some bacteria, but not for our enjoyment but, as new

research has shown, as a warning signal to their predators. Soil bacteria are eaten by millimeter worms such as the nematode *Caenorhabditis elegans*, a popular subject of biological experiments, but many bacteria produce substances that are toxic to worms. If a bacterium that produces toxins also produces geosmin, the worms can smell it before eating the microbe in question.

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

In 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 combination serves no function other than warning. Geosmin itself is not toxic to the worms, but in experiments, the scent 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 they smelled geosmin, but when tested with genetically modified worms that were unable to detect geosmin molecules, they ingested the toxic bacteria—a fatal outcome for both the bacteria and the worm.

Geosmin is a terpene molecule that has a strong odor even in extremely small amounts, meaning that very little of it is enough to detect it. The human nose can detect it even when it is only 5 parts per trillion in the air. Experiments show that the same is true at the microscopic level, 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 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.

Source:

<https://ng.24.hu/termeszeti/2022/04/07/ami-nekunk-egyszeru-esoillat-az-masokat-veszelyre-figyelmeztet/>

Tarczay György

## Kémia a digitális korban: Bemutatkozik az ELTE Kémia Okoslabor - SuperSmartLab

Hogyan képzelünk el ma egy modern kémiai laboratóriumot? A legtöbünk lelki szemei előtt még mindig a hagyományos képsorok jelennek meg: lombikok, büretták és oldatokkal telt kémcsövek. Bár a kémia alapjai változatlanok, a 21. század kutatási környezete alapvető átalakuláson megy keresztül. A modern természettudományban ma már elengedhetetlen az automatizált adatgyűjtés, a nagy mennyiségű mérési eredmény szisztematikus elemzése és a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazása. Az ELTE Kémiai Intézetében 2025 decemberében megnyílt **SuperSmartLab** célja, hogy ezt a jövőbe mutató, automatizációra és adat-elemzésre épülő szemléletet már az egyetemi tanulmányok kezdetén elérhetővé tegye.

### Intelligens munkaállomások és digitális asszisztencia

A SuperSmartLab nemcsak egy jól felszerelt oktatólabor, hanem egy olyan integrált környezet, ahol a hagyományos kémia és a legmodernebb digitális technológia találkoznak. Minden hallgatói munkaállomáshoz saját számítógépes terminál tartozik, amely a mérés teljes folyamata alatt interaktív támogatást nyújt.

A rendszer egyik legpraktikusabb eleme az **intelligens eszköz- és vegyszerazonosítás**. A munkaállomások kamerái és a mesterséges intelligencia alapú algoritmusok segítségével a hallgatók a vegyszeres üvegeken elhelyezett QR-kódok beolvasásával azonnal hozzáférnek az adott anyag biztonsági adatlapjához vagy fizikai paramétereire. Sőt, a fejlesztés alatt álló képfelismerő rendszer képes a laboratóriumi eszközök azonosítására és azok pontos helyének meghatározására is, segítve ezzel a hallgatók tájékozódását a laborban.

### Valós idejű mérés és kommunikáció

Egy klasszikus laborgyakorlaton az észleléseket papírra írják, az adatok kiértékelése pedig gyakran csak a labor elhagyása után kezdődik meg. A SuperSmartLab-ban ezzel szemben a digitális szenzorok — pH-mérők, hőmérők, nyomásszenzorok — adatai közvetlenül a terminálra

érkeznek, ahol azonnal elvégezhető a feldolgozásuk. A hallgatók nemcsak azt rögzítik, hogy „az oldat kékre színeződött”, hanem saját spektrométerrel felvehetik a fényelnyelési spektrumot is és azt csatolhatják a digitális laborjegyzőkönyvükhöz.

A hatékony oktatást modern audiovizuális megoldások támogatják. A felkészülés során megismert, digitalizált tananyag a labormunka során (is) saját képernyőn rendelkezésre áll. A mérésleírásokat laboratóriumi alapműveleteket bemutató videófelvételek egészítik ki, melyek tetszőleges ponton előhívhatók, ismételhetők igény szerint. Az oktató saját munkaállomásán, kamera előtt mutathatja be a munkafolyamatok kritikus lépéseit, így senki nem marad le a finomabb részletekről.

A labor zajában a zavartalan kommunikációt mikrofonnal felszerelt fejhallgatók biztosítják, amelyek lehetővé teszik a személyre szabott konzultációt is. Az audiovizuális rendszer lehetővé teszi, hogy akár két vagy több kurzus programját megvalósító hallgatók egymás mellett, egy légtérben dolgozzanak. A hallgatói tevékenység oktatói követését elektronikus oktatási környezettel integrált, helyi adottságokhoz adaptált szoftver támogatja.

### **Programozás és mesterséges intelligencia a kémcsövek mellett**

A laboratórium egyik legizgalmasabb újítása az informatika és a kémia határterületeinek szoros integrálása. A modern vegyipar ma már adatvezérelt: a kutatóknak nemcsak a reakciókat kell érteniük, hanem képesnek kell lenniük az adatok feldolgozására is. A hallgatók szinte észrevétlenül sajátítják el a **Python programozási nyelv** alapjait, miközben maguk is részt vesznek a mérőműszerek és a számítógépek közötti kommunikációt biztosító algoritmusok fejlesztésében.

Az ELTE Kémiai Intézete a Nyelvtudományi Kutatóközponttal közösen fejleszteti **HILDA**-t, azt a kémiai szaknyelvre optimalizált nagy nyelvi modell alapú asszisztent (chatbotot), amely képes válaszolni a mérések közben felmerülő elméleti és gyakorlati kérdésekre. A jövőben pedig a kiterjesztett valóság (AR) segítségével a hallgatók a kamera képén keresztül láthatják majd a molekuláris szinten zajló folyamatok animációit is a főzőpohár felett.

## Ablak a jövőre

A SuperSmartLab elsősorban az ELTE kémia alapszakos, vegyész mesterszakos és kémiatanár-szakos hallgatóinak képzését szolgálja, de kiterjedése ennél jóval szélesebb körű. Szeretnénk megmutatni, hogy a kémia az egyik legdinamikusabban fejlődő tudományág, amely folyamatosan integrálja a legújabb technológiai vívmányokat.

A középiskolás diákok számára nyílt napjaink kínálnak lehetőséget arra, hogy bepillantsanak ebbe a különleges világba. Hiszünk abban, hogy a SuperSmartLab nemcsak a jelen oktatását modernizálja, hanem egy olyan új szemléletű szakembergenerációt nevel ki, amely otthonosan mozog mind a laboratóriumi munkaasztalok, mind az algoritmusok világában.

A hátsó borítón: Kémiai gyakorlat az ELTE SuperSmartLab-jában.



<https://ssl.elte.hu/>

---

**Várunk minden érdeklődőt a következő nyílt napunkon!**

**Időpont:** 2026. május 22.

**Előzetes regisztráció:**



<https://forms.gle/s6QuyKE4wiwrHSUB8>

**Buzafalvi Dénes**

## **Rekordrészvétel a Nemzetközi Kémia Torna (IChTo) hazai válogatóversenyén**

Idén kilencedik alkalommal rendezik meg a Nemzetközi Kémia Tornát, a versenynek ezúttal a Koreai Köztársaság ad otthont 2026. augusztus 15. és 19. között. A két, egyenként hatfős magyar csapatot a téli időszakban választották ki egy egyéni válogatóverseny keretei között. Az idei évben különösen nagy figyelmet fordítottunk a válogatóverseny népszerűsítésére, számos iskolát személyesen is meglátogatva. Részben ennek is köszönhetően a verseny történetének legsikeresebb válogatóját tudhatjuk magunk mögött, összesen 42 beérkezett jelentkezéssel, 23 iskola részvételével, amely egy ilyen magas komplexitású és nagymértékű felkészülést igénylő versenyen kiemelkedőnek számít. A válogatóverseny korábbi évek hagyományát folytatva az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán került megrendezésre, 2026. február 14-15-én.

A válogatóra – a nemzetközihez hasonló módon – a versenyzőknek nyitott végű kémiai problémákra kellett megoldási tervet összeállítaniuk, ezt nyolc percben előadniuk, majd a versenytársak és a zsűritagok előtt szakmai vita keretei között megvédeniük. Az idei feladatsorban is többféle téma közül válogathattak a versenyzők, a kitűzött feladatok között szerepelt például egy olyan eszköz megtervezése, amely hagymaszeletelés közben képes a felszabaduló irritáló anyagok megkötésére, átalakítására, de a diákok ezen kívül megismerkedhettek a tea főzés rejtelmével és kísérletet tehetek a csapvíz ólomtartalmának egyszerű eszközökkel történő kimutatására is. Az izgalmas előadások és viták során a versenyzők demonstrálhatták tudományos ismereteiket és kreativitásukat, számos rendkívül ötletes és átgondolt megoldást láthattunk.

Magyarországot a válogatóverseny első 12 helyezettje fogja képviselni a nemzetközi versenyen: Róthy-Gruber Péter (ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely), Balajti Péter (Szent István Gimnázium, Budapest), Gombos Dávid (Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg), Molnár Gréta (PTE Babits Mihály Gyakorló Gimnázium, Pécs), Bencze Kinga (Török Ignác Gimnázium, Gödöllő), Bálint Kálmán István (Dugonics András Piarista Gimnázium, Alapfokú Művészeti Iskola

és Kollégium, Szeged), Kovács Petra (Eötvös József Gimnázium, Budapest), Kemény Bori (Szent István Gimnázium, Budapest), Leiner Emma (Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs), Hoang Minh Quan (Szent István Gimnázium, Budapest), Halász Viktória (Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest), Barkó Zora (ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium, Budapest).

A versenyen nem csak a részt vevő diákok száma volt kiemelkedően magas, hanem az általános szakmai színvonal is. Rendkívül sok boldogsággal tölt el, hogy ennyien képesek nem csupán arra, hogy kreatív és tudományosan működőképes gondolatokkal álljanak elő, hanem arra is, hogy ezeket meggyőzően, folyékonyan, angol nyelven kommunikálják, és érdemi szakmai vitákat folytassanak egymással. Különös köszönet a diákok felkészülését segítő kiváló pedagógusoknak, akik egyre növekvő számban személyesen is megjelennek kísérőként a versenyen. Gratulálunk Róthy-Gruber Péternek, aki a verseny történetében először két egymást követő évben is magabiztos előnnyel megnyerte a válogatót, és felkészítőjének, Szabó Bence Farkas tanár úrnak!

Hatalmas köszönettel tartozunk Dr. Szalai Istvánnak és az ELTE Természettudományi Karának, mely a helyszínt adta a válogatóverseny lebonyolításához, Dr. Szántay Csabának és a Richter Gedeon Nyrt.-nek, valamint Dr. Szabó Jánosnak és a Magyar Kémikusok Egyesületének a versenyhez nyújtott segítségért és támogatásokért. A 9. Nemzetközi Kémia Tornán a magyar csapat részvétele részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából, a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-NTMV-25-B-0014 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



Nemzeti Tehetség  
Program



RICHTER GEDEON

euROAPI  
Active Solutions for Health

---

## A szám szerzői

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

**Buzafalvi Dénes** PhD hallgató, Szegedi Egyetem

**Ficsór István Dávid** tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Filipszki László** középiskolai tanár, Patrona Hungariae Katolikus Iskolaközpont, Budapest

**Hegedüs Kristóf** PhD hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

**Kovács Máté** középiskolai tanár, Piarista Gimnázium, Budapest

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

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

**Nemeskéri Dániel** BSc hallgató, ELTE TTK, Fizikai Intézet

**Simon András Márk** BSc hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Szobota András** PhD hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Tarczay György** egyetemi tanár, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Turányi Tamás** egyetemi tanár, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Varga B. Szilárd** BSc hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Viczó Csaba** BSc-hallgató, Technische Universität München

**Dr. Vörös Tamás** igazságügyi szakértő, Nemzeti Szakértői és Kutatói Központ

## TARTALOM

<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ?</b> – Somfai Ellák .....	61
<b>MESTERSÉGE KÉMIA TANÁR</b> – Varga Bence.....	63
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	73
<b>KERESD BENNE A KÉMIÁT!</b> .....	99
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	107
Barabás Gergő: Kémia angolul .....	107
<b>NAPRAKÉSZ</b> .....	118
Tarczay György: Kémia a digitális korban. Bemutatkozik az ELTE Kémia Okoslabor - SuperSmartLab .....	118
<b>VERSENYHÍRADÓ</b> .....	121
Buzafalvi Dénes: Rekordrészvétel a Nemzetközi Kémia Torna (IChTo) hazai válogatóversenyén .....	121



