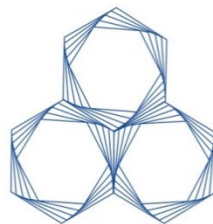


# Középiskolai Kémiai Lapok



L.

2023/1.



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, a Kulturális és Innovációs Minisztérium, a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2023. január	L. évfolyam	1. szám
--------------	-------------	---------

**Alapító:** Dr. Várnai György

**Főszerkesztő:** Zagyi Péter

**A szerkesztőbizottság:**

**Elnöke:** Dr. Magyarfalvi Gábor

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

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

**Kiadja:** Magyar Kémikusok Egyesülete

**Felelős kiadó:** Androsits Beáta

**Terjeszti:** Magyar Kémikusok Egyesülete

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

**Készült:** Europrinting Kft.

**Megjelenik** évente ötször.

**Előfizetési díj** a 2023. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

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

**ISSN 0139-3715 (nyomtatott)**

**ISSN 2498-5198 (online)**

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

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

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

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

## Mi lett belőled ifjú vegyész?

### Bolgár Péter, a University of Cambridge és a University College London oktatója

*Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?*

Az Irinyi verseny országos első helyezettje voltam 2010-ben. Az OKTV-n is országos első helyet értem el 2012-ben és 2013-ban. Nemzetközi versenyek közül a Mengyelejev Kémiai Diákolimpián vettem részt 2012-ben és 2013-ban, illetve a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián is volt megtiszteltetésem részt venni ugyanezen két évben. Mindegyik nemzetközi versenyen ezüstérmét értem el. Emlékszem, az utolsó évben nagyon hajtottam az aranyéremre, és csalódott voltam, hogy azt nem sikerült elérni. Idővel rájöttem, hogy az a rengeteg tudás számít, amire az ember szert tesz a versenyekre való felkészülés során, és az érem színének sokkal kisebb a jelentősége, mint azt diákkoromban gondoltam.



*Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?*

Kissné Ignáth Tünde tanárnő tanított kémiára 7-es koromtól kezdve a tiszaujvárosi Eötvös József Gimnáziumban. Nagyon sok hálával tartozom Neki. Az első kémiaórán látványos kísérleteket mutatott be. Az ólom-nitrát- és a kálium-jodid-oldatok reakciója volt az a kísérlet, ami annyira lenyűgözött, hogy azonnal beleszerettem a kémiába. Tündi Néni inspiráló órái és fantasztikus emberi képességei mind hozzájárultak ahhoz, hogy a tantárgy iránti szeretetem egyre jobban elmélyüljön, és hogy később a kémikus pályát válasszam. Külföldi tanulásra is ő ösztönzött.

*Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?*

Mindig is szerettem a természetet. Elragadott, hogy mennyi jelenséget meg lehet magyarázni a kémia segítségével. Sikerélményem volt kémiából a versenyeken elért eredményeimből, így természetesnek tűnt, hogy a vegyészti utat válasszam.

*Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?*

Igen, ismertem, és mindig izgatottan vártam az újabb szám megjelenését leginkább azért, hogy az újabb versenyfeladatokon tudjak elkezdni gondolkodni.

*Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?*

Egyértelműen! Segített az egyetemi felvételiben, illetve a versenyeken szerzett feladatmegoldási képességeim nagyban megkönnyítették az egyetem első éveit. Még mindig szeretek részt venni versenyeken, de már a túloldalról, szervezőként. Az angol kémiaverseny bizottságának a tagja vagyok, és több ország csapatát is készítem a nemzetközi diákolimpiára.

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

A Cambridge-i Egyetemen a St. Catharine's College-ban végeztem természettudományi szakot, amin belül kémiában specializálódtam. Itt végeztem a PhD-mat is szupramolekuláris kémiából Christopher Hunter Professzor Úr csoportjában. Jelenleg a University College London oktatója vagyok szerves kémiából, és mellette a Cambridge-i Egyetemen is tanítok.

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

A Nemzetközi Kémiai Diákolimpián elért eredményeimért Miniszterelnöki Ösztöndíjjal tüntettek ki itthon. Cambridge-ben a PhD-mat a Herchel Smith Alapítvány támogatta. A Herchel Smith-ösztöndíjat minden évben a négy legeredményesebb diák kapja meg doktori képzésre a természettudományok területen.

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

Kiváló kémiatanáraim mind példaképeim. Nagyon szerencsés vagyok, hogy olyan emberek tanítottak az egyetemen, akiknek a hitvallása a

kémia oktatása. Véleményem szerint minden egyetemnek kellene alkalmazni oktatókat, akik tanításra specializálódnak. Az oktatás nem csak egy feladat kellene legyen, amit a kutatóktól elvárunk, hiszen a tanítás egy önálló mesterség, ami különböző képességeket igényel, mint a kutatás. Fantasztikus tanáraim ihlettek engem is arra, hogy az egyetemi oktatói pályát válasszam, és a tanítás mesterségében mélyüljek el.

*Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?*

Versenyezzetek, azzal a képességeitek hatalmasat fejlődnek. Tegyetek meg mindent, hogy a legjobban felkészüljétek a megmérettetésekre. Ugyanakkor tartsátok észben, hogy az elért helyezés nem számít, az csak a hab a tudás tortáján. Válasszatok olyan karriert, amit a legjobban szeretnétek csinálni. Ne hagyjátok, hogy bárki is eltérítsen Titeket az elképzelt iránytól. Ha igazán szenvedélyesen csináljátok a munkátokat, akkor a siker garantált.

*Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Mi a hobbid - a kémián kívül? Van-e kedvenc anyagod*

Szeretek kertészkedni, büszke vagyok arra a növényházra, amit barátaimmal közösen gondozunk Cambridge-ben. Legkedvesebb szabadidős tevékenységem a természetjárás. A meteorológia az egyik kedvenc hobbim. Amikor egy érdekes felhőformációt látok, azonnal lázba jövök, és ki akarja, ki nem, a körülöttem lévőket garantáltan hallanak tőlem egy kis előadást a jelenséget létrehozó légköri folyamatokról!

## Mestersége kémiatanár – Versits Lívია

### Bemutakozás

Versits Lívია, az Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium kémiatanára vagyok. Százhalombattán lakom, a szüleim is itt születtek. Gyermekkoromban a nyarat a Duna partján töltöttem, vízen vagy kerékpáron. Talán már akkor megfogott a természet csodája! Minden érdekelt: a növények, állatok, a csillagok szépsége. Ahogy én növekedtem, a település úgy gyarapodott. A villamosenergia-termelés és a petrokkémia bázisának kialakítása együtt járt az urbanizációs folyamatokkal és a közoktatás fejlődésével. Mire felsős lettem, egy csodálatos, akkoriban új típusú, kabinetrendszerű iskolában tanulhattam, lehetőségem volt szakkörökre, zeneiskolába járni. Kémiaórákon láthattam kísérleteket, sőt olyan modellekkel is dolgozhattam, melyek engem teljesen elvarázsoltak. Lehetőségünk volt üzemlátogatásra, ahol laboratóriumi munkába is betekinthettünk. Ezek után számomra egyértelmű volt, hogy Érdre, a Vörösmarty Gimnázium biológia tagozatára megyek továbbtanulni, mert itt kémiából is voltak laborgyakorlatok. Innen az ELTE ÁITFK-ra vitt az utam, ahol 1986-ban biológia-kémia szakos általános iskolai tanári, majd 1991-ben a KLTE-n kémia szakos középiskolai tanári diplomát szereztem. A tanítást hajdani százhalombattai iskolámban kezdtem, és 1989 óta a nekem érettségit adó Érdi VMG-ben folytattam. Szerencsém van: jó helyen tanítok, ahol kiválóak a környezeti feltételek, és ahol lehetőségem van tehetséges diákokkal találkozni. Éveken át szerveztem a gimnázium nyári komplex környezeti tábort. „A természettudományos közoktatás megújítása az Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium koordinálásával” című projekt kémia munkacsoportját vezettem, melynek eredményeképpen kidolgoztuk a speciális tantervű csoportok tananyagfejlesztését.

Az eredményeim, sikereim nem jöhettek volna létre a pedagógus kollégák odaadó munkája és a szülők támogatása nélkül.



Kitüntetéseim:

2011. BME Pro Progressio Alapítványának Ösztöndíja

2014. az Érdi VMG Év Tanára Díj

2015. az 1. Oláh György Országos Kémiaverseny döntőjén a legeredményesebb felkészítő tanárnak járó díj

2015. BONIS BONA – A nemzet tehetségeiért díj

2021. Hevesy Díj

2022. A Curie Alapítvány „Tehetséges gyermekekért” díja

2022. Érd Közneveléséért díj

2022. Magyar Kémiaoktatásért díj

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

Rendes, szorgalmas diák voltam, szerettem iskolába járni, tanulni. Sok közösségi munkát végeztem, sosem unatkoztam, mindig volt valami tenivalóm. Egyszer kaptam figyelmeztetést, mert nem mentem be testnevelésórára, és egyszer kiküldtek biológiaóráról, mert a szivacstípusoknál a „menzaszivacs”-ot is megneveztem, mert akkoriban az volt a kedvenc sütink a menzán. Érdekes, ez a történet sokszor előjön érettségi találkozókon is.

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

Én mindig szerettem magyarázni, szerettem azt, amit én megértettem, rögtön továbbadni valakinek. Mikor kisgyerekként játszottam, már akkor is állandóan a babáknak magyaráztam valamit. Amikor pedig iskolába kezdtem járni, és nekem valami jól ment, akkor is jólesett a tudást továbbadni, másoknak segíteni, hogy ők is megértsék a dolgokat. Úgyhogy ez nekem egyértelműen adódott, hogy a tanári pályát választom. A kémia iránti vonzódásom már a „battai” iskolai tapasztalataimra épültek.

*Milyen tervekkel vágott neki a pedagógusi pályának? Mennyiben valósultak meg ezek?*

Szerettem volna jó, igazságos tanár lenni, akire szívesen emlékeznek a tanítványai. Nem voltak extra terveim. Most már tudom, hogy nem lehet

mindenkinek megfelelni, az én tanítási stílusom nem inspirál minden diákot, de ha pár gondolatomra jó szívvel visszaemlékeznek, az nekem nagy öröm.

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

Az iskolapadban töltött éveim alatt minden pedagógus, akivel kapcsolatomban volt, hatással volt rám. A legtöbben motiváltak erre a pályára, de tanulmányaim alatt néha az is megfordult a fejemben, hogy ezt én másképp csináltam volna. Ez sokszor eszembe jut, hiszen nagyon nagy a felelősségünk, minden mondatunknak súlya van.

*Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?*

Ha 45 perc után a többség úgy jön ki, hogy „többek lettünk”. Ha tanult valamit a kémia logikájából, valamit, amit felhasználhat a tanulmányai-ban, a mindennapjaiban. A kísérlet mindig izgalmas része az órának, főleg, ha a gyerekek végzik. Nekem nagyon fontos, hogy emellett jól érezzük magunkat, a diákok és én is.

*Ön szerint milyen a „jó” gyerek?*

Minden gyerek jó valamiben, csak ezt nem mindig egyszerű felfedezni. Nálam az a jó, aki figyel, dolgozik és kérdésekkel bombáz. Mert így látom, hogy érdeklődik, foglalkoztatja valami, nem unatkozik.

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

Nagyon sok kedvencem van, de talán az elektrokémia és a biokémia a dobogós. Biológiát régóta nem tanítok, így ennél a résznél ezt a hiányt pótolhatom. Emellett nagyon szeretek számolni, ezért a számítási feladatokat is nagyon kedvelem. Az utolsó pillanatig gondolkodtam, hogy a kémia mellé a biológia vagy a matematika szakot válasszam. Az előző témákhoz kapcsolódó kísérletek mellett a szép, színes analitikai reakciók a kedvenceim, a gyönyörű csapadék- és komplexképződések.

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

Például a halogének tulajdonságainak magyarázatát, mert itt sok logikai összefüggést meg lehet tárgyalni.



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

Nagyon sok szép pillanatom volt, ami a sikeres eredményekkel és az osztályfőnöki-pedagógiai munkámmal kapcsolatos. A legfrissebb a Richter-díj átadásán, ahogy egy kiváló volt tanítványom méltatott. Ezt nem bírtam ki könnyek nélkül!

*Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

Tragikusnak. Az egész oktatás helyzete sem sokkal jobb. A kémiatanárok hiánya már nagyon látszik. Az általános iskolából egyre többen jönnek úgy a gimnáziumba, hogy nem volt szakos ellátottságuk, és ez sajnos nagyon megnehezíti a középiskolai oktatást is. A kémiához értőket elszippantja a gyógyszeripar, a vegyipar. Csak a megszállottaknak van esélye a pályán maradni. Véleményem szerint a legújabb ötletek sem segítenek az oktatás színvonalának javításán, csak a feszültséget fogják növelni.

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

Szeretek utazni, más népeket, kultúrákat megismerni. Hazaérve más szemmel lehet nézni, értékelni a mindennapjainkat.

Itthon nagyon szeretek olvasni és a családom által „botanikus kert”-nek nevezett növényeimmel foglalkozni. Nagy öröm számomra, amikor a Kroton, vagy az Aloe vera virágozni kezd. „Ők” is meghálálják a gondoskodást.

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

Az menjen tanárnak, aki szereti a kihívásokat, van humora és biztosított a megélhetése. És ne feledjék: „Az iskola a második otthonunk!” - diáknak, tanárnak. Minden osztályomból lettek pedagógusok, sőt, kémiatanárok is. Most is van kémia szakos volt tanítványom. Bízom benne, hogy nem bánják meg, és nekik is sok sikerük lesz ezen a pályán!

*Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?*

Remélem még lesz lehetőségem és erőm a kémia szeretetét, ismeretét továbbadni, aminek segítségével tanítványaim sikeresen, elégedetten járják életük útját.

# GONDOLKODÓ



## Feladatok

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

A megoldásokat 2023. február 17-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

### **KÖKÉL** Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

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

**K444.** *Keress minél több olyan létező anyagot, amelynek molekulájában az atomok, a kötő elektronpárok és a nemkötő elektronpárok számának aránya*

- a) 1:1:1;
- b) 1:1:2 (bármilyen sorrendben);
- c) 1:2:3 (bármilyen sorrendben);
- d) 2:3:4 (bármilyen sorrendben);
- e) 3:4:5 (bármilyen sorrendben)!

(Zagyi Péter)

**K445.** Az ammóniumsók nagy része elbomlik melegítés hatására, némelyik robbanásszerűen. A feladatban három ammóniumsó bomlásáról lesz szó. Ezek a vegyületek egyszerű ammóniumvegyületek abban az értelemben, hogy az ammóniumion mellett csak egyféle aniont tartalmaznak, és kristályvíz sincs bennük.

Az **A** vegyület (melyet tiszta állapotban elő sem lehet állítani) bomlása során egy kémiai elem és víz keletkezik. A bomlástermékek tömegaránya  $1,287 : 1$ .

A **B** vegyület bomlása során (magas hőmérsékleten) két kémiai elem és víz keletkezik. A bomlástermékek tömegaránya  $2,252 : 1,750 : 1,000$ .

A **C** vegyület bomlása során három kémiai elem és víz keletkezik. A bomlástermékek tömegaránya  $2,854 : 2,574 : 1,143 : 1,000$ .

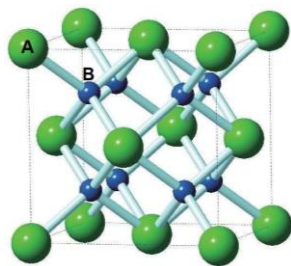
*Számítással határozd meg a három vegyület képletét, és írd fel a bomlások egyenletét!*

(Zagyai Péter)

**K446.** Az ékszerészetben gyakran emlegetik a cirkóniát mint egyfajta drágakő-helyettesítőt. Bonyolítja helyzetet, hogy létezik cirkon nevű természetes ásvány, melyet szintén használ az ékszerészet, illetve természetesen cirkónium is, a kémiai elem.

A cirkónia nem más, mint mesterségesen előállított, köbös kristályrendszerben kristályosodó cirkónium-dioxid. Szerkezete könnyen áttekinthető a következő ábrán.

Képzeljünk el egy kockát, melynek minden csúcsán és minden lapközepén található egy atom. Ezek az ábrán a nagyobb gömbök (**A**). Ezután képzeletben vágjuk fel ezt a kockát szimmetrikusan, nyolc egybevágó kis kockára. E kis kockák középpontjába is helyezzünk el egy-egy atomot. Ezek az ábrán a kisebb gömbök (**B**). Az általuk elfoglalt pozíciókat tetraéderes helyeknek nevezik. Ilyen kockák építik fel a cirkónia kristályát.



a) *Állapítsd meg, hogy a köbös cirkónia esetén melyik gömb szimbolizálja a Zr atomot! Válaszodat indokold!* (Korábbi KÖKÉL-feladatok segítséget nyújthatnak.)

b) *Mi a cirkon képlete?*

Noha a cirkon tiszta állapotban színtelen, különféle szennyezők jelenlétében jellegzetes színeket vehet fel. Egyik legnevezetesebb, már a Bibliában is említett változata sárgászörös-vörösbarna színű. Ennek nevéből származik a cirkónium 19. században használatos magyar elnevezése. (És mindezek egy virág nevéhez is kapcsolódnak.)

c) *Mi az ásvány, a virág és a cirkónium régi magyar neve?*

Ha létezne ásványok közötti versengés, akkor a cirkon egy bizonyos kategóriában garantáltan első helyezést érne el. Erről számolt be többek között a Nature tudományos folyóirat 2001 januárjában, ill. a Nature Geoscience 2014 februárjában.

d) *Miben lenne tehát első a cirkon az ásványok között?*

A 2014-es cikkben beszámolnak arról, hogy egy rendkívül modern analitikai eljárással elképesztően kis mintákban egészen kis mennyiségben tudták meghatározni a cirkonkristály ólomtartalmát.

Egészen pontosan egy kb.  $0,02 \mu\text{m}^3$  térfogatú cirkonban 10255 db  $^{206}\text{Pb}$  atomot detektáltak. A vizsgált kristály sűrűsége  $4,65 \text{ g/cm}^3$  volt.

e) *Hány tömegszázalék volt a vizsgált cirkon  $^{206}\text{Pb}$ -tartalma?*

A cirkóniumot elemi állapotban először káliummal történő redukcióval állították elő egy vegyületéből. Tiszta anyagok használata esetén a cirkónium mellett kizárólag kálium-fluorid képződik, és elvileg  $3,11 \text{ g}$  vegyületre és  $1,71 \text{ g}$  káliumra van szükség  $1,00 \text{ g}$  elemi cirkónium előállításához.

f) *Mi a kiindulási vegyület képlete?*

(Zagyai Péter)

**K447.** 2008-ban egy nagyon érdekes felfedezés született – mint annyiszor, véletlenül: elektronikai felhasználásra szánt új anyagok kutatása során egy kísérletben gyönyörű kék színű anyag keletkezett. Ez egyrészt azért különösen izgalmas, mert a kék pigmentek nem túl gyakoriak, és már hosszú évtizedek óta egyetlen új képviselőjük sem vált ismertté, másrészt a kék szín megjelenésének szerkezeti oka elméleti szempontból is érdekes. Az új pigment (YInMn kék) ráadásul amellett, hogy kiemelkedően szép színű, nem mérgező, és kémiailag is nagyon stabil, ellenáll a pigmentekre leselkedő legtöbb környezeti hatásnak.

Sőt mi több, az anyag összetételének kis mértékű változtatásával (amely a kristályszerkezet megváltozását is eredményezheti) számos új, élénk színű anyagot sikerült előállítani, gyakorlatilag a szivárvány minden színében.

Az  $YInMn$  kék gyakorlatilag az ittrium(III), az indium(III) és a mangán(III) oxidjának szilárd oldata. Az  $YInO_3$  összetételű anyag gyakorlatilag színtelen, viszont az indium már egy kicsiny hányadának mangánnal történő helyettesítése is élénk kék szín megjelenését eredményezi. (Az  $YMnO_3$  fekete.)

Az  $YInMn$  kék összetételét tehát az  $YIn_{1-x}Mn_xO_3$  képlettel írhatjuk le. A legintenzívebb kék színt  $x = 0,2$  értéknél kapjuk.

A pigment nagyon egyszerűen előállítható, a megfelelő oxidok keverékének huzamosabb ideig  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  fölötti hőmérsékleten történő hevítésével.

- a) *Add meg a pigment előállításához szükséges oxidok képletét!*
- b) *Számítsd ki, hogy elvileg milyen tömegarányban kell keverni az egyes oxidokat a legintenzívebb kék szín eléréséhez!*

Ha az indium egy részét mangánnal, más részét pedig cinkkel és titánnal helyettesítik (tehát az előállításnál cink-oxidot és titán-oxidot is használnak), gyönyörű, különféle árnyalatú bíbor és lila színű pigmenteket kapnak.

Az ilyen anyagok idealizált általános képlete  $YIn_{1-x-2y}Mn_xZn_yTi_yO_3$ .

- c) *Mi az magyarázata annak, hogy a cink és a titán mindenképpen azonos anyagmennyiségben épül be az oxidba?*
  - d) *Mi a képlete a pigment előállításához használt cink-, ill. titán-oxidnak?*
- A cink és a titán mellett alumínium beépítésével újabb színárnyalatok hozhatók létre.
- e) *Mi az általános képlete az  $Y(InMnZnTiAl)O_3$  pigmentnek, amelyben tehát az indium egy részét mangánnal, cinkkel, titánnal és alumíniummal helyettesítik?*

Ha a mangán(III)-oxidot kihagyjuk, helyette az előbbiekben is szóba került titán-oxidot, továbbá réz(II)-oxidot használunk az indium egy részének helyettesítésére, zöld színű anyaghoz jutunk.

f) Milyen képlettel írható le az a pigment, amelynek előállításához elméletileg 28,4:1 tömegarányban szükséges ittrium(III)-oxid és réz(II)-oxid?

(Zagyi Péter)

**K448.** A hidrogén-cianid ipari előállítása leginkább metán, ammónia és oxigén elegyének magas hőmérsékleten, platina katalizátoron történő átvezetésével történik. A hidrogén-cianid mellett víz képződik.

a) Írd fel a reakció egyenletét!

b) Exoterm vagy endoterm folyamatról van szó? Válaszodat indokold!

Látva a kiindulási anyagokat, nem lepődünk meg, hogy más reakciók is lejátszódhatnak a reaktorban. Ilyen az ammónia oxidációja elemi nitrogénné vagy nitrogén-monoxiddá, a metán oxidációja szén-monoxiddá vagy szén-dioxiddá. De elemi hidrogén is jelen lehet a terméként kapott gázelegyenben.

c) Írd fel az említett reakciók egyenletét!

d) Írj egy olyan reakciót, amelyben elemi hidrogén keletkezhet!

Egy modellkísérletben 3 mol metán, 5 mol ammónia és 8,75 mol oxigén elegyből kiindulva egy olyan gázelegyet kaptak, amelyben HCN, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, NO és CO volt.

e) Milyen határok között lehetett a kapott gázelegy HCN-tartalma?

Egy másik modellkísérletben 2,4 mol metán, 2,6 mol ammónia és 5 mol oxigén elegyből indultak ki.

f) Keletkezhet olyan termékelegy, amely pontosan ugyanazt az öt összetevőt tartalmazza, mint az előző modellkísérletben? Válaszodat indokold meg!

(Zagyi Péter)

**K449\*.** Az **A** és **B** vegyületek kémiai szempontból közeli rokonságban állnak. Ha ugyanis ionvegyületnek tekintjük az anyagokat (ami ugyan távol áll a valóságtól, de formálisan gondolkodhatunk így), akkor megállapítható, hogy anionjuk ugyanaz a szabályos tetraéder alakú összetett ion.

Az **A** egy kalciumvegyület, melynek oxigéntartalma 22,23 m/m%. A **B** vegyület oxigéntartalma 21,81 m/m%.

a) *Mi az **A** és a **B** vegyület képlete?*

b) *A **B** vegyületnek van egy igazán különleges fizikai tulajdonsága. Mi ez?*

(Zagyi Péter)

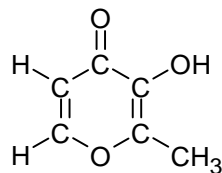
**K450\***. Jó néhány olyan fémeket ismerünk, amelynek nincsen semmilyen biológiai funkciója, de gyógyszerként hatásos lehet. Ennek általában az áll a hátterében, hogy a kérdéses fémion helyettesíthet egy, a szervezetben jelen lévő fémiont, ezáltal tudja befolyásolni a biokémiai folyamatokat.

Ez a helyzet azzal a fémmel is, amelyről e feladat szól.

A fém egyszerű vegyületei (pl. kloridja) jellemzően nagyon gyenge biológiai hasznosulást mutatnak. Kulcsfontosságú volt a felfedezés, hogy a fémion bizonyos szerves anionokkal olyan vegyületet (komplexet) képez, amely lényegesen jobban hasznosul a szervezetben, és megfelelően célba juttatva kiválthatja a kívánt hatást.

A leginkább beválni látszó anion a maltol savmardékionja.

A kérdéses fémvegyületben (fémkomplexben) a maltol (képletét ld. az ábrán) egyszeres negatív töltésű ionja szerepel. Tudjuk, hogy a fém kloridjának tömegszázalékos fémtartalma 2,527-szerese a komplex fémtartalmának. (A fémion mindkét vegyületben azonos töltésű.)



a) *Számítással határozd meg, hogy melyik fémről van szó!*

A hétköznapi életben egyébként találkozhatunk mind a kérdéses fémmel elemi állapotában, mind a maltollal.

b) *Hol találkozhatunk ezekkel az anyagokkal?*

c) *Tutanhamon, az ókori egyiptomi XVIII. dinasztia egyik fáraója vajon melyik anyaggal kerülhetett kapcsolatba élete során a kettő közül? Válaszodat indokold meg!*

(Zagyi Péter)

**K451\***. Egy 10 szénatomos telített diol a két hidroxilcsoporton kívül más funkciós csoportot vagy heteroatomot nem tartalmaz. A molekuláról tudjuk, hogy 4 szekunder és 3 terciér szénatom van benne.

a) *Ennek alapján hány primer és hány kvaterner szénatom lehet a molekulában?*

A szekunder szénatomok elhelyezkedéséről tudjuk továbbá azt is, hogy kettő-kettő egymáshoz kapcsolódik. (Így helyezkednek el például a 4-metilheptán szekunder szénatomjai.)

Azt is tudjuk, hogy a molekula enyhe, lánchasadást nem okozó oxidációjával (amit pl. forró CuO-val vagy savas kálium-dikromáttal valósíthatunk meg) egy olyan keton keletkezik, amely kettővel kevesebb hidrogénatomot tartalmaz, mint a kiindulási molekula.

Tudjuk továbbá, hogy a diol 3 kiralitáscentrumot tartalmaz, de csak az egyik hidroxilcsoport kapcsolódik kiralitáscentrumhoz.

Az eddigi információk alapján már nagyon leszűkül a szóba jöhető vegyületek köre.

b) *Rajzold fel a diol lehetséges konstitúcióit!*

A vegyület (pontosabban a sztereoizomerek keveréke) előfordul egy Ausztráliában honos fa illóolajában. Akár ebből kivonva, akár mesterségesen előállítva, viszonylag nagy mennyiségben kerül kereskedelmi forgalomba. Könnyen megeshet, hogy a feladat megoldója is használta már, vagy az elkövetkező nyáron használni fogja. De ha nem, akkor is fel tudja rajzolni a konstitúcióját.

c) *Nyomozd ki, rajzold fel!*

(Zagyi Péter)

**H381.** Egy tartályban etil-amin-gáz és levegő (78% nitrogén, 21% oxigén és 1% argon) keveréke, egy másik, épp feleakkora tartályban tiszta HCl gáz található légköri nyomáson és szobahőmérsékleten. A két tartály tartalmát hagyjuk összekeveredni, és egy idő után meghatározzuk a kapott gázfázis levegőhöz viszonyított relatív sűrűségét.

a) *Milyen tartományban lehetett az első tartály térfogatszázalékos etil-amin-tartalma, ha csak ebből az egy mérési eredményből meg tudjuk mondani az értékét?*



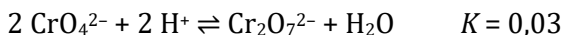
b) *Mi lenne a válaszod, ha etil-amin helyett metil-amin vagy ammónia lett volna a keverékben?*

A gázokat tekintjük ideálisnak, bár itt ez nyilván tökéletlen közelítés.

(Magyarfalvi Gábor)

**H382.** Átalakulásuk közben színváltozást elszenvedő vegyületek oldataiban akkor látjuk az egyes formák színét tisztán, ha azok hányada 90% fölött van.

A kromátionok citromsárga színűek, míg a dikromátionok színe narancssárga. A két ion a következő egyensúlyban egymásba alakul vizes oldatban:



a) *Milyen pH-tartományban milyen színt mutat az az oldat, melyben a kromát összkoncentrációja 0,1 mol/dm<sup>3</sup>?*

b) *Egy hasonló pH-tartományban színt váltó szerves indikátorral összevetve milyen hátrányai lennének a kromát-dikromát rendszer indikátorként való hasznosításának?*

(Varga Szilárd)

**H383.** A radioaktív bomlás sebességét, az izotópok koncentrációjának alakulását leíró exponenciális törvényeket a KÖKÉL 2012/1. számában található H080. feladat is részletezi.

**A)** A geokronológia a kőzetek és fossziliák korának meghatározásának tudománya. Ilyen abszolút kormeghatározást bizonyos radioaktív izotópok, például az Rb-Sr és az Sm-Nd rendszer segítségével lehet elvégezni. Jellemzően a bomlástermék és a vizsgált radioaktív izotóp anyagmenyiség-aránya mérhető meg.

a) *Vezess le összefüggést a bomlástörvényből ezen arány időfüggésére!*

Egy érdekes ilyen rendszer a K-40 (természetes gyakorisága 0,012%) bomlásán alapul, aminek a felezési ideje ( $1,25 \cdot 10^9$  év) kedvező, hisz a Föld korának kb. egynevezte.

A K-40 proton- és neutronszáma is páratlan, ami egyedi bomlási tulajdonságokhoz vezet. A K-40  $\beta$ -bomlással (a bomlások 89,14%-a,  $\lambda_b = 4,962 \cdot 10^{-10}$  év<sup>-1</sup>) Ca-40-re (bomlási energia 1,32 MeV) és

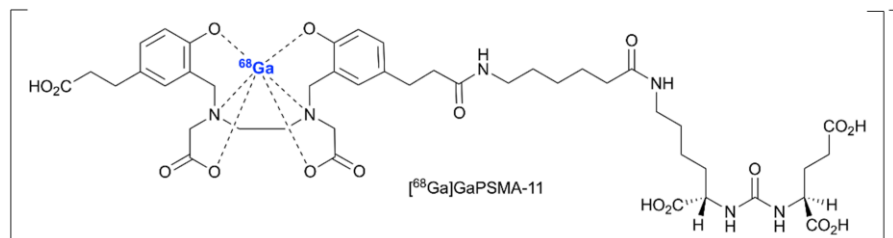
elektronbefogással (a bomlások 0,2%-a) Ar-40-re (alapállapot, bomlási energia 1,51 MeV) bomlik. A bomlások további 10,66%-ban elektronbefogás során gerjesztett Ar-40 keletkezik (bomlási energia 0,05 MeV), ami  $\gamma$ -kibocsátással (energia 1,461 MeV) alapállapotba relaxál. A kétféle elektronbefogási folyamat bomlási (sebességi) állandója  $\lambda_e = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ év}^{-1}$ .

A kőzetek argonizotóp-tartalma a kőzetek káliumtartalmának, korának és történetének (elsősorban a hőmérsékleti változásoknak) függvénye. Ha feltételezzük, hogy kezdetben (pl. magmaként) a minta nem tartalmazott Ar-40-et, és azután a minta K és Ar tekintetében zárt rendszer volt, akkor a kőzet kora megbecsülhető.

Egy 1 kg-os vulkanikus kőzetminta összes káliumtartalma 0,140 kg, Ar-40 tartalma pedig  $7,638 \cdot 10^{-4}$  mg volt.

b) *Becsüld meg a kőzet korát!*

**B)** A Ga-68 izotóppal jelölt GaPSMA-11 vegyületet pozitronemissziós tomográfiás (PET) vizsgálatokban használják. A  $^{68}\text{Ga}$  felezési ideje 67,7 perc.



Egy kórházi alkalmazásra szánt jelölt GaPGSMA-11 minta aktivitása délelőtt 10:00-kor 100 MBq.

c) *Mennyi lesz az aktivitása délben és 17:30-kor? Ha a sikeres PET képalkotáshoz a beadáskor 15 MBq aktivitás szükséges, akkor meddig lehet ezt a mintát felhasználni?*

d) *Mennyi lenne a tiszta Ga-68 fajlagos aktivitása (GBq/g egységben)?*

(svájci feladat)

**H384.** Az 1960-as években Tino Gäumann ETH professzor azt vizsgálta, hogyan bomlanak az alkánok intenzív gamma-sugárzás hatására.

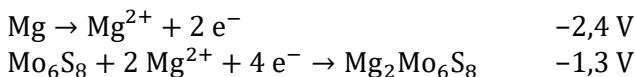
Ionizáló sugárzás hatására az alkánmolekulák kovalens kötéseinek véletlenszerűen felszakadnak, és gyökök keletkeznek, amelyek véletlenszerűen rekombinálnak. Például a besugárzott metán H-atomokra és metilgyökökre bomlik. Ezen fragmensek rekombinációjából H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> és C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> keletkezik. Az arányuk 1:2:1, azaz az új termékek százalékos anyagmennyiség-eloszlása 50-50%.

A magasabb szénatomszámú alkánok esetében mind a C-H, mind a C-C kötések felszakadhatnak, és ezen feladat keretein belül azt a feltételezést tehetjük, hogy az egyes kötések azonos valószínűséggel, véletlenszerűen szakadnak fel, típustól függetlenül. Tegyük fel, hogy egy molekulában csak egy kötés szakad fel.

- Írd fel, hogy az etán radiolízise során milyen gyökök és milyen új molekulák keletkeznek! Határozd meg a radiolízis végén a végső keverékben kapott új termékek százalékos anyagmennyiség-arányát!
- Milyen gyökök keletkeznek a propán radiolízise során, és mi a keletkezésük relatív valószínűsége?
- Hányféle új molekula tud keletkezni a propán besugárzása során? Add meg a szerkezeteket!
- Határozd meg a propán radiolízisében kapott végső keverékben az új n-alkánok várható százalékos anyagmennyiség-arányát!

(svájci feladat)

**H385.** A Mg-ion-akkumulátorok egyre nagyobb figyelmet kapnak, mivel gazdaságosabbak és környezetbarátabbak lehetnek, mint az elterjedt Li-ion-akkumulátorok. Az Mg-ion-akkumulátorokban anódként Mg-fólia, katódként Chevrel-fázis (Mo<sub>6</sub>S<sub>8</sub>) használható. Anód- és katódreakciók és standardpotenciáljuk:



- Írd fel az akkumulátor cellareakcióját, és számítsd ki a cellareakció standardpotenciálját és szabadentalpia-változását!

A meglevő Li-ion akkumulátorunkat szeretnénk Mg-ionosra lecserélni, és tudjuk, hogy

- 1) A Li-ion-akkumulátor fajlagos energiasűrűsége 200 Wh/kg.

- 2) Az akkumulátor tömegének 50%-a az Mg-fólia és az  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  együttes tömege.
- 3) Az Mg-fólia és az  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  a cellareakciónak megfelelő arányban vannak jelen.

b) *Hányszoros lesz a Mg-ionos akkumulátor tömege?*

Vegyünk egy olyan Mg-ion-akkumulátort, amiben az anód egy  $10\ \mu\text{m}$  vékony Mg-fólia, a Chevrel-katód pedig  $2,5\ \text{g}$ -nyi  $\text{Mo}_6\text{S}_8$ . Mindkét elektróda felülete  $100\ \text{cm}^2$ . A magnézium sűrűsége  $1,738\ \text{g/cm}^3$ .

c) *Számítsd ki, hogy milyen vastag marad a Mg-fólia a teljesen kisütött akkumulátorban!*

A fajlagos kapacitás az a töltésmennyiség, amelyet egy anyag egységnyi tömege felvenni/leadni képes.

d) *Mi lesz a Mg-ion akkumulátor két elektródanyagának fajlagos kapacitása mAh/g egységben?*

Tekintsünk egy  $500\ \text{mAh}$  kapacitású Mg-ion akkumulátort, amit úgy állítottak össze, hogy

- 1) az Mg-fóliából  $10$  tömegszázalékos többletet tartalmazott az  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  katódhoz szükséges mennyiséghez képest,
- 2) az akkumulátor tömegének 50%-a az Mg-fólia és az  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  együttes tömege.

e) *Mennyi volt az akkumulátor teljes tömege?*

(svájci feladat)

## Megoldások

**K428.** a) A krómizotópok előfordulási százaléakai a függvénytáblázat adatai alapján:  $^{50}\text{Cr}$  ( $N(n^0)=26$ ): 4,3%,  $^{52}\text{Cr}$  ( $N(n^0)=28$ ): 83,8%,  $^{53}\text{Cr}$  ( $N(n^0)=29$ ): 9,5%,  $^{54}\text{Cr}$  ( $N(n^0)=30$ ): 2,4%, ahol zárójelben az egyes izotópok neutronszámai szerepelnek. Ezek alapján a króm átlagosan  $0,043 \cdot 26 + 0,838 \cdot 28 + 0,095 \cdot 29 + 0,024 \cdot 30 = 28,1$  neutronot tartalmaz atomonként. Az ajándék krómdarab neutronszáma  $24 \cdot 10^{24}$  db, vagyis 40 mol neutronot tartalmaz. Ebből kiszámolható az ajándékban található krómatomok anyagmennyisége:  $40 \text{ mol} / 28,1 = 1,42 \text{ mol}$ . Ismert, hogy a króm átlagos relatív atomtömege 52,0, tehát az ajándékozni kívánt krómdarab tömege  $1,42 \text{ mol} \cdot 52,0 \text{ g/mol} = 73,9 \text{ g}$ . (Ilyen pontosság mellett a 0,01% egyéb anyag már nem befolyásolja a végeredményt.)

b) A króm a legnagyobb keménységű fém, a hozzá képest puhább anyagú, feltehetően vasból, vagy annak ötvözetéből készült ráspollyal nem alakítható.

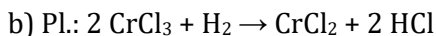
*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,3 pont. Teljes értékű megoldást 13 tanuló küldött be. Néhány megoldó csak a  $^{52}\text{Cr}$  izotóppal és a króm átlagos relatív atomtömegével számolva oldotta meg a feladatot. További elvi hiba az, ha az átlagos relatív atomtömeg és a protonszám különbségét vesszük átlagos neutronszámnak. Fontos megjegyezni, hogy a krómizotópok előfordulási százaléakai nem adják meg közvetlenül azt, hogy az ajándékba szánt krómkockában lévő neutronok milyen arányban származnak az egyes izotópokból (pl. a  $^{52}\text{Cr}$  izotóp előfordulási százaléka 83,8%, de ez nem jelenti azt, hogy a krómkockában lévő neutronok 83,8%-a származik  $^{52}\text{Cr}$  izotópból). Mindezek elsősorban elvi jelentőségű meg gondolások, a végeredményben minimális eltérést okoznak, de nem fogadtuk el őket teljes értékű megoldásként.*

(Vörös Tamás)

**K429.** a) Az alábbi párok egyik tagjából egy betű elhagyásával vagy kicserélésével, majd a betűk új sorrendbe rakásával a pár másik tagját kapjuk meg (zárójelben szerepel a két elem egymással alkotott vegyületének képlete):

bróm – bór ( $\text{BBr}_3$ ), szén – kén ( $\text{CS}_2$ ), klór – króm ( $\text{CrCl}_2$ ,  $\text{CrCl}_3$ ), cérium – cézium, tantál – lantán, tórium – ródium, gallium – tallium,

ródiium – rádium, radon – argon, bárium – rádium, bárium – erbium, cérium – réniium, xenon – neon, terbium – erbium, lítium – túliium, molibdén – nobéliium



*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 5,4 pont. A legjobb megoldásokat Csernyák Milán és Túri Bálint küldték be. A feladat szövege szerint egy betű elhagyásával vagy kicserélésével kell megkapni a másik elem nevét, így azokat a megoldásokat, ahol az új elemet egy betű cseréjével, majd egy másik betű elhagyásával kapjuk meg, nem fogadtuk el. Ezen felül nem ért pontot a feladat szövegében már szereplő króm – bróm pár sem. Sok megoldónál hiányzott a b) feladatrész, illetve előfordult, hogy kettő helyett csak egy vegyület szerepelt a felírt egyenletekben.*

(Vörös Tamás)

**K430.** A segédletként megadott számsor a platinát kódolja, melynek alapállapotú atomjában 17 elektron ( $5s^25p^65d^9$ ) van az 5. és 1 elektron ( $6s^1$ ) a 6. héjon. A kódolás kulcsa Vendel kedvenc elemi részecskéje, a neutron: az egyes számok az általuk kódolt elemek valamely izotópjának neutronszámát jelölik. A 16822812 számsort megfelelően tagolva (16 82 28 12) azok a  $^{31}\text{P}$ ,  $^{139}\text{La}$ ,  $^{50}\text{Ti}$  és  $^{23}\text{Na}$  izotópok neutronszámait jelölik. A vegyjeleket összeolvasva adódik az Alaszkában is megtalálható település magyar neve.

A feladvány számsorát megfelelően tagolva, majd az egyes neutronszámokhoz vegyjeleket rendelve az alábbiakat kapjuk:

60 28 8 10 20: Ru Ti N O S

28 22 40: V Ar Ga

6 8 78 22 10 140: B O Cs K O Ra

6 22 12: B Ar Na

A Vendel által kódolt népi bölcsesség: Rutinos varga bocskora barna.

*A Vendel által kódolt népi bölcsességet összesen 10 tanuló fejtette meg helyesen. A legtöbb nehézséget a harmadik számsor (bocskora) dekódolása jelentette, ebben a sorban van az egyetlen, nagy neutronszámú, nem stabil izotóp (Ra).*

(Vörös Tamás)

**K431.** Egyszerű ionok, melyekben az elemi részecskék száma számtani sorozatot alkot többek között az alábbiak:

Ion képlete:	$N(p^+)$	$N(n^0)$	$N(e^-)$
${}^1\text{H}^-$	1	0	2
${}^7\text{Li}^+$	3	4	2
${}^{23}\text{Na}^+$	11	12	10
${}^{26}\text{Mg}^{2+}$	12	14	10
${}^{33}\text{S}^{2-}$	16	17	18
${}^{36}\text{S}^{2-}$	16	20	18
${}^{39}\text{K}^+$	19	20	18
${}^{45}\text{Sc}^{3+}$	21	24	18
${}^{54}\text{Fe}^{2+}$	26	28	24
${}^{58}\text{Ni}^{2+}$	28	30	26

Összetett ionok, melyekben az elemi részecskék száma számtani sorozatot alkot többek között az alábbiak (zárójelben az iont alkotó izotópok szerepelnek):

Ion képlete:	$N(p^+)$	$N(n^0)$	$N(e^-)$
$\text{OH}^-$ ( ${}^1\text{H}$ , ${}^{16}\text{O}$ )	9	8	10
$\text{NO}_2^-$ ( ${}^{14}\text{N}$ , ${}^{17}\text{O}$ )	23	25	24
$\text{SO}_3^{2-}$ ( ${}^{33}\text{S}$ , ${}^{17}\text{O}$ )	40	44	42
$\text{SO}_4^{2-}$ ( ${}^{32}\text{S}$ , ${}^{17}\text{O}$ )	48	52	50
$\text{SCN}^-$ ( ${}^{34}\text{S}$ , ${}^{12}\text{C}$ , ${}^{14}\text{N}$ )	29	31	30
$\text{HCO}_3^-$ ( ${}^1\text{H}$ , ${}^{12}\text{C}$ , ${}^{17}\text{O}$ )	31	33	32
$\text{ClO}^-$ ( ${}^{35}\text{Cl}$ , ${}^{17}\text{O}$ )	25	27	26
$\text{H}_3\text{O}^+$ ( ${}^1\text{H}$ , ${}^{17}\text{O}$ )	11	9	10
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ( ${}^{50}\text{Cr}$ , ${}^{16}\text{O}$ )	104	108	106
$(\text{COO})_2^{2-}$ ( ${}^{12}\text{C}$ , ${}^{17}\text{O}$ )	44	48	46

*A legtöbb helyes képletet Tóth-Petra Lili küldte be. A fentiekben nem szereplő, minden további, a feladat feltételeinek megfelelő ion képletét is elfogadtuk.*

(Vörös Tamás)

**K432.** A próbálkozások során kitapasztalhatjuk, hogyan viselkedik a telített konstitúciós izomerek száma a szénatomszám függvényében (túl azon, hogy természetesen nő, mégpedig gyorsuló ütemben).

Érdeemes talán azzal az esettel kezdeni, amikor  $z = 0$ . Ezzel ugyanis felmérhetjük, hogy adott szénatomszám esetén mekkora változatosságot ad egy telített szénváz. Ehhez képest egy vagy több oxigénatom beépítése nyilvánvalóan növeli a lehetséges izomerek számát.

A következő táblázatban azt láthatjuk, hogy adott szénatomszámhoz hány telített konstitúció tartozik különböző esetekben (nyílt lánc, egy gyűrű, két gyűrű). (A háromgyűrűs eseteket nem vizsgáltuk.)

$n$	$C_nH_{2n+2}$	$C_nH_{2n}$	$C_nH_{2n-2}$
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	1	0
4	2	2	1
5	3	5	5
6	5	12	16
7	9	29	49
8	18	*	*
9	35	*	*

\*Reménytelenül sok. Kiemelve a feladat szempontjából kedvező esetek.

Akinek van kedve, megpróbálhatja lerajzolni a lehetőségeket. Ha eltérést talál a táblázathoz képest, feltétlenül jelentkezzen, e sorok írója ugyanis fenntartja a tévedés lehetőségét, különösen a nagyobb



szénatomszámú kétgyűrűs szénhidrogének esetében... A hiányzó értékeket is meg lehet próbálni megtalálni!

Lássuk ezek után az oxigéntartalmú vegyületeket! Egyszerűsítve a problémát, a vizsgált molekulák legfeljebb két oxigénatomot tartalmaznak.

A  $C_1H_yO_1$  esetben egyetlen konstitúció képzelhető el a  $CH_2O$  (metanal) és a  $CH_4O$  (metanol) összegképlethez is.

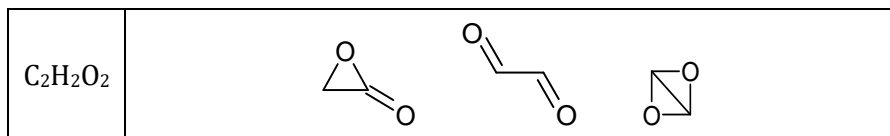
A  $C_1H_yO_2$  esetén a  $CH_4O_2$  takarhatja a metándiol és a metil-hidroperoxid molekulát is.

A  $C_2H_yO_1$  összegképlet esetén 2 telített konstitúció képzelhető el a  $C_2H_6O$  (etanol és dimetil-éter) és a  $C_2H_4O$  (etanal és oxirán) esetben.

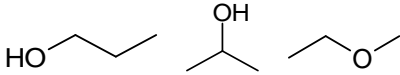

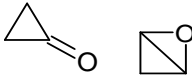
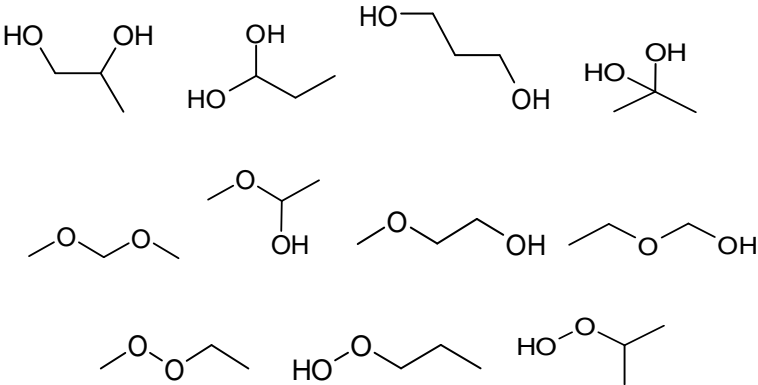
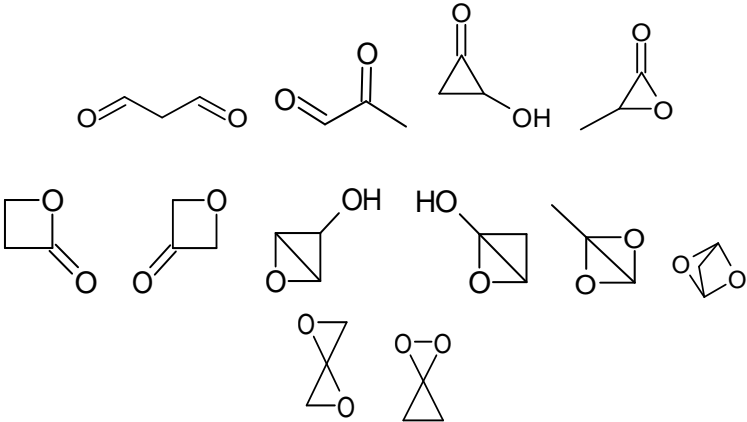
A  $C_2H_yO_2$  lehetőség esetén a  $C_2H_6O_2$  összegképlet mindenképpen nyílt láncú, és leírhat egy telített diolt (etán-1,2-diol) vagy egy éter- és egy hidroxilcsoportot is tartalmazó vegyületet (metoximetanol). Ez meg is felelne a feltételeknek, csak hogy létezik még O–O kötést tartalmazó peroxid és hidroperoxid is, továbbá, mivel a feladat *elvileg* lehetséges konstitúciókról beszélt, a geminális etán-1,1-diol is gyarapítja a lehetőségek számát. Nem meglepő az a következtetés, hogy 2 oxigénatom jelenléte lényegesen megnöveli a lehetséges konstitúciók számát. Esetünkben 5-re.

Ha csökkentjük a hidrogénatomok számát, tehát a  $C_2H_4O_2$  összegképletet vizsgáljuk, akkor a számunkra kedvező esetek számát elvileg csökkenteni, hogy ekkor már számos izomer telítetlen lesz, viszont a gyűrűi lehetősége és az oxigénatomok beépítésének különböző módjai (a hidroxilcsoport és az étercsoport mellett most már oxocsoport is elképzelhető nyílt lánc esetén) jelentősen bővítik az opciókat.  $C_2H_4O_2$  összegképlethez valóban meglehetősen sok (7) telített konstitúció rajzolható fel.

A hidrogénatomok számának további csökkentése viszont már csökkenti a telített szerkezetek számát.  $C_2H_2O_2$  összegképlethez már csak három megoldást találunk:



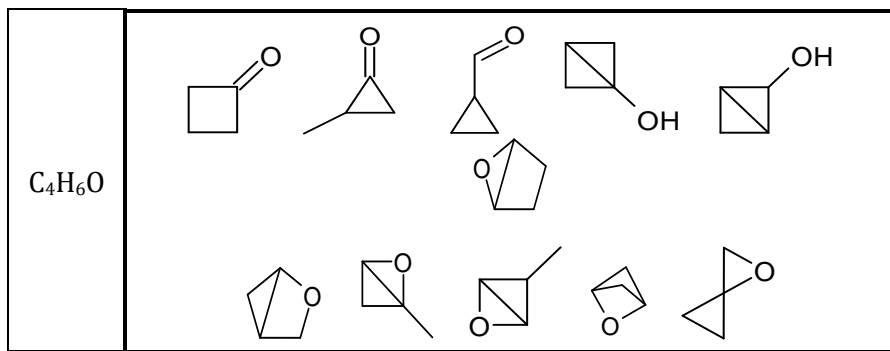
A három szénatomos esetek az alábbi táblázatban foglalhatók össze:

$C_3H_8O$	
$C_3H_6O$	
$C_3H_4O$	
$C_3H_8O_2$	
$C_3H_6O_2$	<i>reménytelenül sok</i>
$C_3H_4O_2$	

A táblázatból látható, hogy a két (esetleg több) oxigénatomot tartalmazó molekulákkal nem érdemes próbálkozni a továbbiakban, mert túl sok konstitúció képzelhető el így. Különösen igaz ez a  $C_nH_{2n}O_2$  esetekre.

$C_4H_{10}O$  összegképlethez 7 teltített konstitúció tartozik, viszont a korábbi tendenciáknak megfelelően a  $C_4H_8O$  összegképlethez sokkal több, 14.

A  $C_4H_6O$  összegképletnél nyílt láncú szerkezetek már nem jönnek szóba. Egygyűrűs oxovegyületek és kétgyűrűs alkoholok és éterek képzelhetők el, a lehetőségek száma 11!



$C_5H_{12}O$  összegképlettel nyílt láncú alkoholok és éterek lehetségesek, összesen 14 (8 alkohol és 6 éter). A korábbiakból következik, hogy a  $C_5H_{10}O$ , a  $C_5H_8O$  összegképletekhez sokkal több izomer tartozik, és a még kevesebb hidrogénatomos esetek sem túl reménykeltőek, ugyanis az áthidalt többgyűrűs szénvázak igen nagy variációs lehetőséget adnak (ld. táblázat).

Sejthető az is, hogy a  $C_6H_{14}O$  esetén tovább romlik a helyzet, több, mint 30 izomerrel, és ez előrevetíti, hogy itt az ideje megállnunk, mert sokkal gyorsabban nő az izomerek száma, mint az atomok száma a molekulában.

Összefoglalva tehát, a helyes megoldások:

- $CH_4$ ,  $CH_2O$ ,  $CH_4O$ ,  $C_2H_4O$ ,  $C_2H_6O$ ,  $C_3H_8O$ ,  $C_5H_8$ ,  $C_5H_{10}$
- $C_6H_{12}$ ,  $C_8H_{18}$
- $C_3H_8O_2$ ,  $C_6H_{10}$
- $C_4H_6O$ ,  $C_6H_{10}$

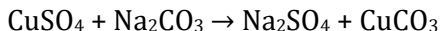
*Úgy tűnik, sokan megrettentek a feladattól, nem is ok nélkül. Természetesen nem vártunk ilyen mélységű elemzést, és a beküldők meg is találtak jó*

néhányat a felsorolt lehetőségek közül. Fontos megjegyezni, hogy a fenti megoldásban szereplő molekulák egy része nem stabil, esetleg nem is létezik egyáltalán. Különösen igaz ez a feszült többgyűrűs, áthidalt szerkezetekre – nem véletlen, hogy sokan nem is gondoltak ilyen molekulákra, amikor számba vették a lehetséges izomereket.

(Zagyi Péter)

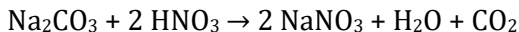
**K433.** A rendezett egyenletek az alábbiak:

1. Rézgálic oldatához szódat adunk, ekkor egy zöld csapadék képződik:

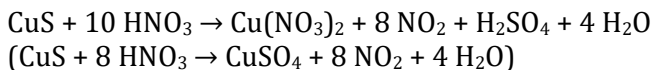


A reakció során intenzív gázfejlődés is megfigyelhető, a savas kémhatású réz(II)-szulfát oldata protonálja a karbonátionokat, a reakció során végül  $\text{CO}_2$  keletkezik, amely kibuborékol az oldatból. Az ezt leíró  $2 \text{CuSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$  egyenletet is teljes értékű megoldásként fogadtuk el.

2. Sziksóhoz salétromsavat öntünk, ekkor buborékokat figyelünk meg:



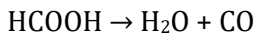
3. Réz-szulfidhoz tömény salétromsavat öntünk, ekkor egy vörösbarna gáz képződik:



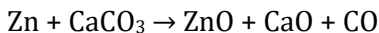
4. Réz-szulfidhoz tömény kénsavat öntünk, ekkor szúrós szagú gáz buborékol ki az oldatból:



5. A legkisebb szénatomszámú karbonsavhoz tömény kénsavat adunk:



6. Az előbbi gáz fog akkor is keletkezni, ha cink és kalcium-karbonát porkeverékét hevítjük:



A feladatra összesen 33 megoldás érkezett, a beküldött megoldások pontszámainak átlaga 7,4 pont. Hibátlan megoldást 12 tanuló küldött be. A 3. és 4. reakciót réz(I)-szulfiddal felírva és az egyenleteket helyesen rendezve azokat szintén teljes értékű megoldásnak fogadtuk el. Több megoldó ionegyenletet (is) írt, természetesen ezeket is elfogadtuk. A legtöbb

*nehézséget a réz-szulfid reakcióinak felírása jelentette, emellett gyakori hiba volt egy-egy sztöchiometriai együttható hiánya.*

(Vörös Tamás)

**K434.** a) A szelénnel szubsztituált nyolcas kéngyűrűk általános képlete:  $\text{Se}_n\text{S}_{8-n}$ , ahol  $1 \leq n \leq 7$  és  $n$  egész szám.

b) Az  $\text{SeS}_7$  összegképlethez 1-féle, az  $\text{Se}_2\text{S}_6$  összegképlethez 4-féle (1,2; 1,3; 1,4; 1,5), az  $\text{Se}_3\text{S}_5$  összegképlethez 5-féle (1,2,3; 1,2,4; 1,2,5; 1,3,5; 1,3,6), míg az  $\text{Se}_4\text{S}_4$  összegképlethez 8-féle (1,2,3,4; 1,2,3,5; 1,2,3,6; 1,2,4,5; 1,2,4,6; 1,2,4,7; 1,2,5,6; 1,3,5,7) molekula létezik, ha minden nyolctagú gyűrűt stabilnak tekintünk (zárójelben a Se-atomok helyzete szerepel az egyes izomerek esetén). Könnyen belátható, hogy az 5,6, illetve 7 Se-atomot tartalmazó izomerek száma rendre megegyezik a 3, 2, illetve 1 Se-atomot tartalmazó izomerek számával. Összesen tehát  $1 + 4 + 5 + 8 + 5 + 4 + 1 = 28$  db molekula létezne, ha minden szelén-kén gyűrű stabil lenne.

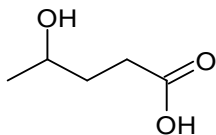
c) A lejátszódó reakció egyenlete:  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + 2 \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Se} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4$

d) Vizsgáljunk olyan mennyiségű keveréket, amelyet 1 mol  $\text{SeS}_2$  és  $n$  mol  $\text{CdS}$  alkot! Ebben 1 mol, azaz 78,96 g Se van, ez adja a keverék 30 m/m%-át, tehát a teljes keverék tömege  $78,96 \text{ g} / 0,30 = 263,2 \text{ g}$ . Ebből levonva az 1 mol  $\text{SeS}_2$  tömegét a keverékben lévő  $\text{CdS}$  tömege  $263,2 \text{ g} - 143,1 \text{ g} = 120,1 \text{ g}$ . Ekkora tömegű  $\text{CdS}$  anyagmennyisége  $120,1 \text{ g} / 144,5 \text{ g mol}^{-1} = 0,831 \text{ mol}$ , azaz  $n$  értéke 0,831.

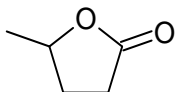
*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,8 pont. Hibátlan, szép megoldást küldött be Burkódi Mikes, Csernyák Milán és Viczkó Csaba Péter. A legtöbb nehézséget a b) feladatrészt okozta, az elméletileg lehetséges izomerek száma mellett érdemes felírni/felrajzolni az egyes szerkezeteket is, mivel ezek a megoldások abban az esetben is érnek részpontszámokat, ha az izomerek számának összege eltér a megoldókulcsban szereplő értéktől.*

(Vörös Tamás)

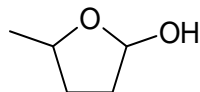
**K435.** a) A feladatban szereplő vegyületek szerkezeti képletei (a C és D természetesen felcserélhetők):



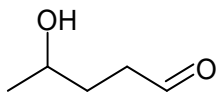
A



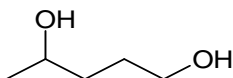
B



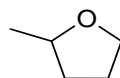
C



D



E



X

b) A végtermék neve 2-metiltetrahidrofurán, vagy röviden csak 2-MeTHF.

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

(Szobota András)

**H371.** a) Legyen  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten a szerves (X-et nagyobb mennyiségben tartalmazó, azaz az 1. számú) fázis egyensúlyi tömege  $x$  g, ekkor a vizes (vizet nagyobb mennyiségben tartalmazó, azaz a 2. számú) fázis tömege  $(100 - x)$  g, hiszen összesen  $2 \cdot 50\text{ g} = 100\text{ g}$  anyagot kevertünk össze.  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten a szerves fázisban a víz tömegtörtje (a víz tömegének aránya a fázis teljes tömegéhez viszonyítva, azaz a tömegszázalék századrésze)  $0,04$ , míg a vizes fázisban a víz tömegtörtje  $1 - \frac{21}{100} = 0,79$ , hiszen az X szerves anyag és a vizen kívül más anyag nincs jelen. Ekkor a szerves fázis összesen  $0,04x$  g, míg a vizes fázis  $0,79 \cdot (100 - x)$  g vizet tartalmaz, így a víz teljes,  $50\text{ g}$ -nyi mennyiségére felírható a következő komponensmérlegegyenlet:

$$50 = 0,04x + 0,79 \cdot (100 - x)$$

Az egyenletet megoldva adódik, hogy  $x = 38,7$ . Tehát  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on az 1., azaz a szerves fázis egyensúlyi tömege  $38,7\text{ g}$ , a 2., azaz a vizes fázis tömege  $100\text{ g} - 38,7\text{ g} = 61,3\text{ g}$ .

$70\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten a vízre hasonló komponensmérlegegyenlet írható fel, annyi eltéréssel, hogy ekkor a szerves fázisban a víz tömegtörtje

0,05, a vizes fázisban pedig  $1 - \frac{6}{100} = 0,94$ . Legyen ekkor a szerves fázis tömege  $y$  g, a vizes fázis tömege így  $(100 - y)$  g. Ekkor a vízre vonatkozó komponensmérlegegyenlet:

$$50 = 0,05y + 0,94 \cdot (100 - y)$$

Az egyenletet megoldva adódik, hogy  $y = 49,4$ . Tehát  $70\text{ °C}$ -on az 1., azaz a szerves fázis egyensúlyi tömege  $49,4$  g, a 2., azaz a vizes fázis tömege  $100\text{ g} - 49,4\text{ g} = 50,6\text{ g}$ .

b) Ahhoz, hogy egy  $0\text{ °C}$ -on elegyedő oldat  $70\text{ °C}$ -ra melegedve két fázisra váljon szét, az szükséges, hogy a hőmérséklet emelésével az oldott anyag oldhatósága az eredeti,  $0\text{ °C}$ -os oldat összetétele alá csökkenjen. Látható, hogy ez az X anyag vízoldhatóságáról mondható el a feladatban szereplő táblázat szerint. Ez alapján X-re nézve  $6\text{ m/m}\%$ -nál töményebb, de maximum  $21\text{ m/m}\%$  töménységű  $0\text{ °C}$  hőmérsékletű vizes oldatból kiindulva,  $70\text{ °C}$ -ra történő felmelegítés esetén az oldat két fázisra válik szét (hiszen ezen a hőmérsékleten a telített oldat is csak  $6,0\text{ m/m}\%$  X-et tartalmaz). Más koncentráció nem megfelelő, hiszen  $21\text{ m/m}\%$  felett már  $0\text{ °C}$ -on két fázis lenne jelen,  $6\text{ m/m}\%$ -os vagy hígabb oldat esetén pedig  $70\text{ °C}$ -on sem történne meg a fázisszétválás, hiszen a telített összetételt nem haladná meg az oldat összetétele. Ez alapján tehát több mint  $6\text{ g}$ , de maximum  $21\text{ g}$  X szerves anyag bemérése szükséges, a fennmaradó részt vízzel  $100\text{ g}$ -ra kiegészítve.

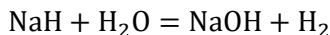
c) Ahhoz, hogy egy  $70\text{ °C}$ -on elegyedő oldat  $0\text{ °C}$ -ra hűlve két fázisra váljon szét, az szükséges, hogy a hőmérséklet csökkentésével az oldott anyag oldhatósága az eredeti,  $70\text{ °C}$ -os oldat összetétele alá csökkenjen. Látható, hogy ez a víz X szerves anyagban való oldhatóságáról mondható el a feladatban szereplő táblázat szerint. Ez alapján vízre nézve  $4,0\text{ m/m}\%$ -nál töményebb, de maximum  $5,0\text{ m/m}\%$  töménységű  $70\text{ °C}$  hőmérsékletű X-es oldatból kiindulva,  $0\text{ °C}$ -ra történő lehűtés esetén az oldat két fázisra válik szét (hiszen ezen a hőmérsékleten a telített oldat is csak  $4,0\text{ m/m}\%$  vizet tartalmaz). Más koncentráció nem megfelelő, hiszen  $5,0\text{ m/m}\%$  felett már  $70\text{ °C}$ -on két fázis lenne jelen,  $4,0\text{ m/m}\%$ -os vagy hígabb oldat esetén pedig  $0\text{ °C}$ -on sem történne meg a fázisszétválás, hiszen a telített összetételt nem haladná meg az oldat összetétele. Ez alapján tehát több mint  $4\text{ g}$ , de maximum  $5\text{ g}$  víz bemérése szükséges, a fennmaradó részt az X szerves anyaggal  $100\text{ g}$ -ra kiegészítve.

*A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, az átlagpontszám 9,00 volt. Hibátlan megoldást 8-an adtak be, és minimum 6 pontot minden versenyző elért.*

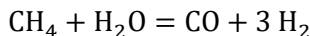
(Csorba Benjámin)

**H372.** A feladat elolvasása után először bizonyos színproporciók, illetve diszproporciók reakciók juthatnak eszünkbe, azonban más átalakulások is teljesíthetik a feladat feltételeit. A továbbiakban különböző elemek előállítására alkalmas reakciókról olvashatunk, melyek teljesítik a feladat feltételeit.

Hidrogén: Desztillált vízbe szórjunk nátrium-hidridet. E reakció során hidrogén mellett nátrium-hidroxid keletkezik.

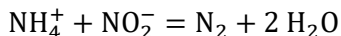


Metán és víz magas hőmérsékletű (1100 °C) reakciójával is elő lehet állítani hidrogént, ekkor szén-monoxid a társtermék.

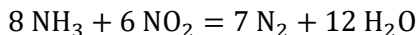


Ez a reakció alkalmas ipari mennyiségű hidrogén előállítására (a keletkező gázelegy szintézisgáz néven ismert).

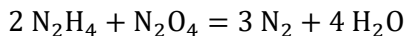
Nitrogén: Reagens ammónium-kloridot, valamint kálium-nitritet tartalmazó oldatokat elegyítsünk, majd a kapott keveréket melegítsük. Ekkor nitrogéngáz keletkezik, és kálium-klorid-oldat marad vissza.



Nitrogén mellett víz keletkezik, ha ammóniát és nitrogén-dioxidot reagáltatunk melegítés (300-500 °C) és átmenetifém katalizátor jelenlétében.

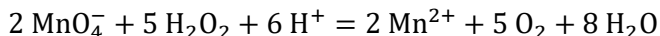


Ezzel a reakcióval csökkenthető a belső égésű motorok NO<sub>2</sub> kibocsátása. Hasonló termékekhez juthatunk, ha hidrazint és dinitrogén-tetroxidot reagáltatunk megfelelő körülmények között.



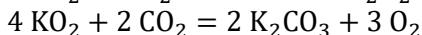
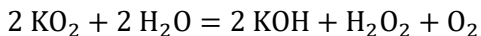
Ezt a reakciót rakéták hajtására lehet felhasználni.

Oxigén: Reagens hidrogén-peroxid-oldatot adjunk, kénsavval savanyított reagens kálium-permanganát-oldathoz. Ekkor oxigéngáz keletkezik.



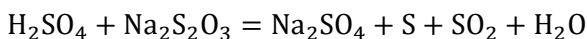


Egy kevésbé ismert vegyülettel is elő tudunk állítani oxigént a feladat feltételeinek betartása mellett. Ez a vegyület a kálium-szuperoxid. Ezt a szilárd anyagot vízbe szórva, illetve szén-dioxiddal reagáltatva (a gázt a vegyületre vezetve) is oxigén fejlődik. Előbbi reakcióban kálium-hidroxid és hidrogén-peroxid keletkezik a gáz mellett, utóbbiban kálium-karbonát a társtermék.

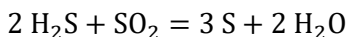


A második reakció alkalmas levegőtől elzárt környezetben (pl. tengeralattjáróban) szén-dioxid elnyelésére, valamint oxigén előállítására.

**Kén:** Reagens nátrium-tioszulfát-oldathoz adjunk, reagens kénsavoldatot. Ebben a reakcióban kén mellett kén-dioxid is keletkezik.

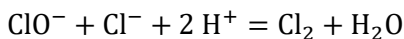


Egy másik lehetőség kénhidrogén és kén-dioxid reakciója, mely csak víz jelenlétében indul el.



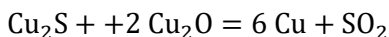
Utóbbi reakciót a földgázból kivont kénhidrogén kénig történő oxidációjára használják.

**Klór:** Hipoklorit-ionokat (hipoklórossavat) tartalmazó oldathoz adjunk reagens sósavat.



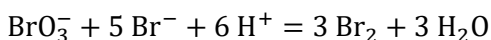
Ez a reakció lejátszódhat háztartási vegyszerek (hypo és háztartási sósav) elegyítésekor.

**Réz:** Réz(I)-szulfid és réz(I)-oxid keverékének hevítésével fémréz állítható elő kén-dioxid keletkezése mellett.



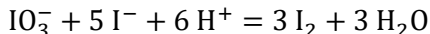
E reakció a szulfidos rézércek pörkölésekor játszódhat le.

**Bróm és jód:** Szilárd kálium-bromátot és szilárd kálium-bromidot desztillált vízben oldjunk (utóbbit feleslegben), és reagens kénsavval savanyítsuk meg az oldatot.

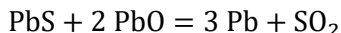


E reakciót bromatometriás titrálások során tudjuk felhasználni pontosan ismert mennyiségű bróm előállítására. Gyakorlatilag azonos módon

kivitelezhető kálium-jodid és kálium-jodát reakciója is savas közegben, mely jódot előállítására alkalmas (jodometria).



**Ólom:** A réznél leírtakhoz hasonlóan ólom(II)-szulfid és ólom(II)-oxid között melegítés hatására reakció játszódik le, melynek egyik terméke az ólom, míg másik terméke a kén-dioxid.



Ez a reakció a fém-szulfid pörkölésekor játszódhat le.

*A feladat nem bizonyult nehéznek, a beküldők többsége maximális pontszámot kapott.*

(Ficsór István Dávid)

**H373.** a) A vörös ólompat az ólom-kromát (az „ólom-oxid krómsavval alkotott vegyülete”), ásványtani neve krokoit.

b) Az egyenletek felírásához azonosítanunk kell a szövegben szereplő vegyületeket.

Kettedfestsavas haméleg: kálium-dikromát,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . A szövegben szó esik ennek az anyagnak a tulajdonságairól, és említik, hogy vörös színű. Ebből következik, hogy nem a kromátról, hanem a dikromátról van szó.

Szalamia: ammónium-klorid,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Széneny: szén.

Festéleg: króm(III)-oxid,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

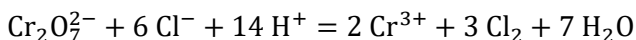
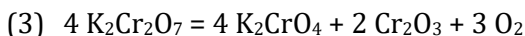
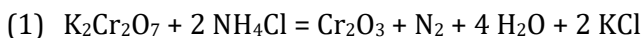
Közönbös festsavas haméleg: kálium-kromát,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (vö. kettedfestsavas haméleg).

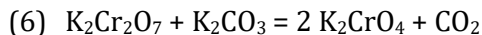
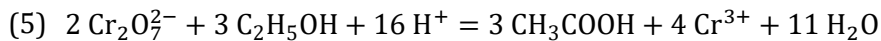
Halvány: klór.

Borlél: etil-alkohol.

Szénsavas haméleg: kálium-karbonát,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

A reakcióegyenletek:





c) A króm(VI) vegyületek rákkeltők.

d) Pl.: Mivel erős oxidálószer, ...

e) A  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  nem oldódik vízben, míg a mellette keletkező KCl igen, így ez utóbbi vízzel kioldható.

*A feladatra sok jó megoldás érkezett, a pontátlag 9 pont fölötti. A ritkán előforduló hibák egyike a szalamia hibás azonosítása volt. Ez ugyanis nem az ammóniát (az huyag vagy léghőg lenne), hanem az ammónium-kloridot jelöli.*

(Zagyi Péter)

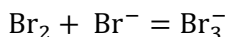
**H374.** a) A 100 g oldatban található 0,33 g bróm térfogata ideális gázként:

$$V = \frac{mRT}{Mp} = \frac{0,33 \cdot 8,314 \cdot 333,2}{159,8 \cdot 101,3} = 0,056 \text{ dm}^3$$

b) NaBr az Y. A kationt a lángfestés, az aniont az ezüst-bromid színe azonosította. A csapadékleválás:  $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr}$

A NaI a brómmal természetesen reagálna is, de folyamat sem egyensúlyinak nem tekinthető, sem az oldhatóságot nem javítaná.

c) A lejátszódó reakció a Lugol-oldatban lejátszódó folyamat analógia:



A keletkező tribromidion lineáris.

d) A kapott oldat brómra eleve telített, a  $\text{Br}_2$  koncentrációja megegyezik a telített oldatével. Az ionos specieszek koncentrációja is megbecsülhető, ha pl. a kontrakciótól eltekintünk, és  $150 \text{ cm}^3$ -esnek vesszük a kapott oldatot.

$$[\text{Br}_2] = \frac{0,33}{79,9 \cdot 2 \cdot 0,1} = 0,0206 \text{ M}$$

$$[\text{Br}_3^-] = \frac{4,17 - 0,5 \cdot 0,33}{79,9 \cdot 2 \cdot 0,15} = 0,167 \text{ M}$$

$$[\text{Br}^-] = \frac{22,99 + 79,9}{0,15} \text{ M} - 0,1671 \text{ M} = 0,481 \text{ M}$$

A keletkezés egyensúlyi állandója így:

$$K = \frac{[\text{Br}_3^-]}{[\text{Br}_2][\text{Br}^-]} = \frac{0,167}{0,0206 \cdot 0,481} \cdot \frac{1}{\text{M}} = 16,8 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}.$$

*A feladat azok számára, akik felismerték a NaBr-t, egyszerűen megoldható volt. Jó néhányan – joggal – rossz néven vették, hogy az oldatsűrűségek és kontrakciók becslésére nem utalt a feladat, pedig az elhanyagolások számottevőek. Elfogadtuk – hisz elhanyagolás nélküli felírás – a móltörttekkel kifejezett egyensúlyi állandó kiszámítását is, még akkor is, ha ionos anyagok vizes oldatainál szokatlan megoldás.*

(Nemeskéri Dániel, Magyarfalvi Gábor)

**H375.** Az alapján, hogy sem az **A**, sem a **B** oldat nem oldja a kérdéses **X** fémeket, de a keverékük igen, kézenfekvőnek tűnik, hogy a két oldat a tömény salétromsav és tömény sósav, melyek megfelelő arányú elegye a királyvíz. Ebben az esetben az **X** fém lehetne az arany, azonban ennek oldása során a keletkező oldat vörös színű (zöldes szín csak az oldás kezdeti szakaszában figyelhető meg). Mivel a tömény sósav – a tömény salétromsavval ellentétben – önmagában számos fémeket nem old, egy lehetséges megoldása a feladatnak az, ha a tömény salétromsav oldata helyett olyan anyag vizes oldatát alkalmazzuk a tömény sósav mellett, amelyből csak a két oldat összeöntése során keletkezik salétromsav. Ez lehet például az  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -oldat.

Ha az **X** fém a réz, akkor az **A** és **B** keverékkel való reakció során keletkező oldat a réz klorokomplexe  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  miatt zöld színű. Ebben az esetben az is teljesül, hogy mind az **A**, mind a **B** oldat és azok elegye is oldja a magnéziumot. Az **X** fém tehát a réz, az **A** és **B** oldat  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -oldat és tömény sósav. A magnéziummal való reakció során az  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -oldatból  $\text{NH}_3$  és  $\text{H}_2$  elegye, tömény HCl-oldatból  $\text{H}_2$ , míg a két oldat keverékéből NO és  $\text{NO}_2$  elegye keletkezik.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 4,6 pont. Hibátlan, szép megoldást küldött be Éger Viktória és Gerendás Roland. Több olyan megoldás is érkezett, ahol vagy a keletkező oldat színe nem zöld, vagy a magnéziummal való reakció során keletkező gázok/gázelegyek nem különböztethetők meg egyszerű érzékszervi vizsgálatokkal.*

(Zagyai Péter, Vörös Tamás)



## **KERESD A KÉMIÁT!**

**Szerkesztő: Keglevich Kristóf**

### **Kedves Diákok!**

A „Keresd!” rovat harmadik feladatsorában egy film- és egy regényrészlet kémiai vonatkozásait kell feltárnotok. A kérdésekre adandó válaszok egyszerűek, még akkor is, ha szerves kémiai tárgyúak; a kilencedikesek se ijedjenek meg ezektől! Az interneten kis nyomozás után mindegyik megfejtés megtalálható, illetve érdemes átnézni a kémiatankönyvben az izomériáról szóló részeket. Ügyeljete, hogy pontosan és tömören válaszoljatok, a föltett kérdésekre adjatok választ! (Mindre!)

A feladatmegoldásokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapra feltöltve lehet beküldeni.

**Beküldési határidő: 2023. február 17.**

Az új feladatok kitűzését követően olvashatóak a 2022/4. sz. feladatainak megoldásai azzal a célkitűzéssel, hogy azok számára is tanulságos olvasmány legyen, akik nem küldték be a feladatsort.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

\*

### **7. idézet: Columbo, klór és szappan (17 pont)**

*„DISZPÉCSER Hadnagy úr! Az orvosszakértő üzenetet hagyott Önnek.*

*COLUMBO Össze tud kapcsolni?*

*DISZPÉCSER Tartsa! – Beszéljen!*

*COLUMBO Beszélni akart velem, doktor úr.*

*ORVOSSZAKÉRTŐ Columbo! Rossz hírem van. Megnéztem, hogy van-e klór Mrs. Halperin tüdejében. Nyomát sem találtam.*

*COLUMBO Igen.*

ORVOSSZAKÉRTŐ *De találtam másvalamit. Trihidrik-alkoholt, glicerolt és savat.*

COLUMBO *Elismételné?*

ORVOSSZAKÉRTŐ *Szappan, Columbo. Szappan.”*

*(A Columbo sorozat “A Friend in Deed” („Embert barátjáról...” ) c. epizódja [1977] – a magyar szinkron 1994-ben, a Videovox Stúdióban készült)*

### **Kérdések:**

*A rendőrségi nyomozó azt szeretne volna kideríteni, az úszómedencében vagy egy fürdőkádban fojtották-e vízbe az áldozatot. A medencék vize ugyanis nagyobb koncentrációban tartalmaz klórt. Columbo hadnagy ebben a számításában csalódott, máshogy jutott bizonyítékhoz.*

a) Miért tartalmaz az úszómedencék vize (és az ivóvíz is) klórt? Írj reakcióegyenleteket, hogyan fejt ki hatását a klór! Melyik speciesz (kémiiai részecske) a felelős ezért a hatásért közvetlen módon?

*A közhiedelem Semmelweis Ignác budai születésű orvos nevéhez köti a klóros víz ilyen módon történő alkalmazását.*

b) Valójában mi volt az a nagyon hasonló elven működő anyag, amelynek elterjesztésén Semmelweis munkálkodott? Miben volt ez előnyösebb a klóros víznél?

c) Ki az az ismert reformkori magyar politikus, aki életének helyszínei több párhuzamosságot is mutatnak Semmelweisével: ugyanabban a templomban kötött házasságot és ugyanott halt meg?

*A mai fürdőruhák három fő alapanyaga a poliészter, a poliamid és az elasztán (azaz poliuretán) típusú műanyag.*

d) Miért előnyös a klórálló fürdőruha? A fürdőruha alapjául szolgáló három műanyagfajta közül melyik a leginkább klórálló? Add meg a másik két műanyagfajta egy-egy olyan tulajdonságát, amelyik előnyös a fürdőruhák szempontjából!

*A filmek szinkronizálása során gyakran csúsznak be a szakemberek – és a kémiából jeles osztályzatot szerző diákok – számára bosszantó hibák.*

e) Mi a fenti idézet minden bizonnyal fordításból származó hibája?

f) Milyen savakról lehet szó az adott összefüggésben? Hozz két példát, és nézz utána, honnét származik ezen savak köznapi elnevezése!

- g) Írd le röviden, mi a szappanok tisztító hatásának lényege! Majd tömörítsd saját válaszodat: add meg, melyek a zsiroidó hatáshoz kapcsolódó legfontosabb kulcsszavak!

(Keglevich Kristóf)

### 8. idézet: az izomerek (13 pont)

„– Az itt ülő Rebecca, nos, ő volt az izomerem.

– Hogy kicsodád? – kérdezte Tony, aki szinte vízszintesen feküdt karosszékében.

– Az izomer olyasmi, mint a tükörkép – felelte Bonnie.

– Az izomer két kémiai komponensre utal – nyilatkoztatta ki Philip –, melyekben egyenlő arányban vannak jelen a vegyi összetevők, de szerkezetük és kémiai sajátságaik eltérőek.”

(Irvin D. Yalom: *A Schopenhauer-terápia* [2005] – fordította Részch Éva)

### Kérdések:

*Philip kissé pontatlanul fogalmazta meg az izomer definícióját.*

- Hogyan szól helyesen a meghatározás?
- Hozz lehetőleg különböző típusú molekulapárokat, amelyek Philip állítása szerint izomerek, a valóságban viszont nem tekintjük őket annak! Indokold válaszodat: miért nem izomerek az Általad hozott példák, mi a baj Philip definíciójával?
- Az izoméria melyik fajtájára gondolhatott Bonnie? Minél pontosabban nevezd meg! Mondj egy példát olyan biológiai fontosságú aminokarbonsavra, amely molekulájában ugyancsak megfigyelhető ez az izoméria!

*A limonén (4-izopropenil-1-metilciklohex-1-én) a terpének csoportjába tartozó szerves vegyület. A molekulában centrális kiralitás figyelhető meg, az egyik enantiomer narancs (citrom), a másik fenyőtoboz illatú.*

- Rajzold fel a limonén szerkezeti képletét és jelöld benne a kiralitáscentrumot! Rajzold fel a két enantiomer térszerkezetét is és nézz utána, hogy melyik izomerhez melyik illat tartozik!

*A kiralitásnak egyik ritkábban taglalt változata az axiális kiralitás. Itt a kiralitásnak nem centruma, hanem tengelye van, ami lehet például egy*

kumulált kettős kötés. Az ilyen esetben kialakuló izomériát allénizomériának hívjuk.

- e) Rajzold fel a legegyszerűbb allén szerkezeti képletét! Mi ennek a molekulának a tudományos elnevezése? Királis ez a molekula? Válaszodat indokold! Ha nem, írd fel egy olyan allén szerkezeti képletét, amely királis!

(Bacsó Zsófia Réka)

\*

## A 2022/4. számban kitűzött feladatok megoldása

### 1. feladat: az olimpiai érmek

Az ismeretterjesztő irodalomra sajnos nem minden esetben jellemző a szakszerű szóhasználat. Az idézett internetes cikk, amely a nemesfémekről szólt, a 'rendszám' helyett 'atomszámot' említett (nem beszélve arról, hogy a réz és az ezüst rendszámát rosszul adta meg), és úgy fogalmazott, hogy a nemesfémek „nem bomlanak el”. Az elemek kémiaiilag nem képesek elbomlani (eltekintve a radioaktív átalakulásoktól), a szerző alighanem arra gondolt, hogy az ezüst és az arany 'nehezen lép reakcióba'. Egyes versenyzők szavá tették, hogy a periódusos rendszer oszlopai helyett elegánsabb fő- és mellékcsoportokról beszélünk. Azt helyesen állítja a cikk, hogy a természetben a réz is előfordul elemi állapotban, és azt is, hogy a bronz is patinásodik, nemcsak az elemi réz.

A **fémek mechanikai megmunkálhatósága** – kalapálás, hajlítás, hengerlés – a halmazösszetartó kötés erőssége mellett **elsősorban a fémrács szerkezetétől függ**, a lapcentrált köbös rácsban kristályosodó fémek, így a réz, az ezüst és az arany megmunkálhatósága jó. Az olvadáspont ezzel nem függ össze. Ellenpéldák: a magnézium (op. = 650 °C) és a cink (op. = 420 °C) olvadáspontja is lényegesen alacsonyabb az I.B csoport elemeinél, mégis ridegek, törékenyek (mivel rácsuk hexagonális). Ha a fémek öntéssel való megmunkálására gondolunk, akkor természetesen számít az anyag olvadáspontja.

A periódusos rendszer nem minden csoportjára igaz, hogy kémiai mellett fizikai tulajdonságaik is hasonlóak. Pl. az I.A csoportban lévő



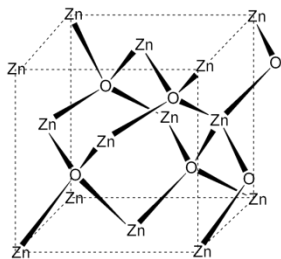


sokszorosítandó, a digitális adatoknak megfelelő mintázatú maratott műanyaglenyomatot nikkelbevonattal fűjják be, hogy elektromosan vezetővé válják. Ezután egy galvanizáló cellában megfelelő vastagságú nikkelréteget választanak ki rá. A műanyag réteg eltávolítása után készen van a nikkelkorongon lévő negatív lenyomat. Ezt a mintát („apa”) – vagy a biztonság kedvéért készített másolatait („fiúk”) – sajtolják polikarbonát műanyag korongokba. Így tetszőleges számú másolat készíthető a digitalizált felvételtől. (Tóth Zoltán–Ludányi Lajos: Kémia 9. Szeged, Maxim, [2011]. 174. o. nyomán)

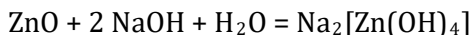
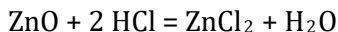
A galvanizmus, galvánelem elnevezések **Luigi Galvani** (1737–1798) itáliai orvos nevéből származnak. Galvani észrevette, hogy amikor az általa boncolásra előkészített vaslemezre helyezett békacombon átszúrt rézkampó hozzáverődött a vashoz, az izom összerándul. Galvani az így létrejött elektromosságot állati eredetűnek vélte (1791). Abban igaza volt, hogy az izom-összehúzóásokat elektromos ingerhez kötötte. Egy-két évvel később **Alessandro Volta** (1745–1827) itáliai fizikus állapította meg, hogy az elektromos jelenség bármilyen sóoldat eltérő fajtájú fémek közé helyezésével előidézhető, tehát az áram keletkezését illetően nem az állati izom, hanem a két különböző fém a lényeges.

### 3. feladat: a cink-oxid

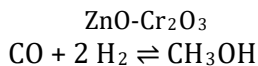
A cink-oxid (ZnO) **atomrácsos**. Rácsában poláris kovalens kötések vannak. Minden cinkatomhoz négy oxigénatom és minden oxigénatomhoz négy cinkatom kapcsolódik. A kötések fele datív eredetű. A **kötésszögek tetraéderesek**, akárcsak a gyémánt – vagy a szilícium – rácsában. A tetraéderes alapegységek többféleképpen rendeződhetnek magasabb szimmetriába, létezik pl. köbös (az alábbi ábrán), azonkívül hexagonális cink-oxid-kristály. Utóbbit cinkitnek (ZnO<sup>hex</sup>) nevezzük. Hatszöges szerkezete más, mint a grafité, hiszen nem síklapokból áll, és nem 120°-osak a kötésszögek.



A cink-oxid **amfoter**, savban és lúgban is oldódik.



A cink-oxidot a gyógyászatban és a kozmetikában bőrproblémák esetén alkalmazzák (**hintőpor**), de fehér festékek, lakkok összetevője is (a „**horganyfehér**” jó fedőképességű). A szén-monoxidból és hidrogénből (vagyis szintézisgázból) kiinduló metanolgyártás egyik lehetséges katalizátora.



\*

A beküldött megoldások közül kiemelkedett Csingi Zoltán munkája. Igényesen szerkesztett, tartalmas fájlt küldött Fábián László, Farkas Panni, Lelkes Máté és Róbert Dóra. Két iskolából, a székesfehérvári Vasvári Pál Gimnáziumból és a Kecskeméti Református Gimnáziumból igen jelentős számú versenyző szállt ringbe. A következő eredmények születtek:

		1.	2.	3.	Σ
1.	Bella Alisa (9.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	12	5	6	23
2.	Bodor Boldizsár (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	7	2	3	12
3.	Botos Bence Csaba (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	11,5	8	6	25,5
4.	Csingi Zoltán (11.) Szent Bazil Oktatási Kp., Hajdúdorog	16	8	6	30
5.	Fábián László (9.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	13,5	8	4,5	26
6.	Farkas Panni (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	14	8	5	27
7.	Fülöp Mercédesz (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	9	7	5	21
8.	Garda Ákos (10.) Fehérgyarmati Deák F. Ált. I., Gimn. és Koll.	6	4,5	3	13,5
9.	Kaleta Viktória (10.) ELTE Apáczai Csere Jn. Gyak.gimn., Bp.	12	6	4	22
10.	Kiss Gábor Imre (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	13	6,5	3,5	23

11.	Kollár Alexandra (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	8,5	6	3	<b>17,5</b>
12.	Koncz Emese (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	15,5	8	3	<b>26,5</b>
13.	Kovács Klára (10.) Debreceni Ref. Koll. Dóczy Gimnáziuma	4	6	3,5	<b>13,5</b>
14.	Kurucz Dorka (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	13	4	3,5	<b>20,5</b>
15.	Lelkes Máté (12.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	15	8	4,5	<b>27,5</b>
16.	Major-Pomozi Léda (10.) ELTE Apáczai Csere Jn. Gyak.gimn., Bp.	8,5	5,5	4	<b>18</b>
17.	Mikus Mariann (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	5	5	3	<b>13</b>
18.	Nagy Boglárka (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	7	7	-	<b>14</b>
19.	Ódor Bettina (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	6	6	3	<b>15</b>
20.	Pap Klaudia (10.) Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	13,5	8	4,5	<b>26</b>
21.	Pintér Emma Noémi (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	12	8	4	<b>24</b>
22.	Pusztai Dávid (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	9	5	2	<b>16</b>
23.	Róbert Dóra (9.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	15	7	4,5	<b>26,5</b>
24.	Szabó Máté (10.) Fehérgyarmati Deák F. Ált. I. Gimn. és Koll.	11	5	4	<b>20</b>
25.	Tóth Bendegúz János (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	10,5	4	2	<b>16,5</b>
26.	Váradi Eliza Sára (10.) Debreceni Ref. Koll. Dóczy Gimnáziuma	5,5	6,5	3,5	<b>15,5</b>
27.	Zombory Réka (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	12	8	3,5	<b>23,5</b>

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia németül

*Szerkesztő: Horváth Judit*

Az első fordulóra beérkezett fordítások értékelését a következő számban közöljük.

*Chemie auf Deutsch* (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

## Kunstdünger (Teil 2)

---

### Stickstofffixierung – Was ist darunter zu verstehen?

**Alle Lebewesen**, Tiere und Pflanzen, brauchen **Stickstoff**, da er **Bestandteil** der **Aminosäuren in Proteinen** und der **Nukleinsäuren** ist, d.h. lebensnotwendigen chemischen Stoffen aller lebenden Organismen. Da die **Moleküle des Luftstickstoffs**  $N_2$  aus je zwei **über eine Dreifachbindung gekoppelten Stickstoffatomen** bestehen, ist diese Bindung **sehr stabil und reaktionsträge**.  $N_2$  wird daher auch als **Inertgas** bezeichnet.  $N_2$  **kann daher weder von Tieren noch Pflanzen direkt aus der Luft für die Bildung von Proteinen aufgenommen werden**. Lebewesen sind daher auf **Stickstoffverbindungen, wie Ammonium  $NH_4^+$  und Nitrat  $NO_3^-$**  angewiesen.

### Kunstdünger – Was ist das?

Kunstdünger sind (mineralische) Düngemittel, die mithilfe von **chemischen und industriellen Verfahren** hergestellt oder aufbereitet werden. Wegen ihrer **schnellen Wirkung** und **hohen Konzentration**

sind Kunstdünger in der Lage, **akute Mängel** der Pflanzenernährung zu beheben. Die **Rohstoffe für mineralische Dünger** werden **aus fossilen Lagerstätten abgebaut** oder – im Falle von Stickstoff – im Haber-Bosch-Verfahren erzeugt. All diese müssen noch weiter **chemisch umgesetzt** werden. Die chemisch veränderten Rohstoffe sind **besser in Wasser** oder in bodeneigenen Säuren **löslich**. So machte die **industrielle Produktion von Mineraldünger** das immense Wachstum der Weltbevölkerung im 20. Jahrhundert möglich.

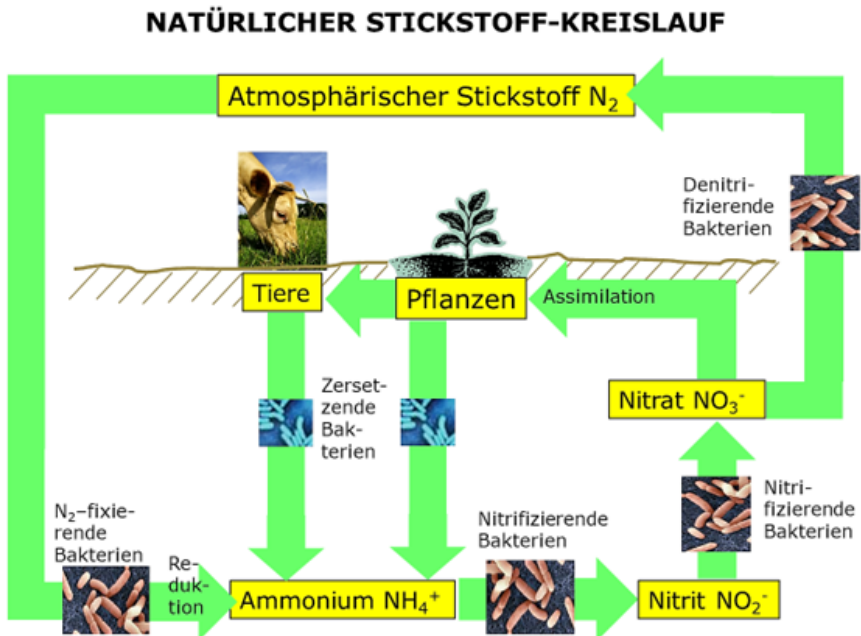


Bild 1: **Der natürliche Stickstoff-Kreislauf.** Die Ausscheidungen der Lebewesen werden durch zersetzende Bodenbakterien zu Ammonium.

**Assimilation:** Aufnahme des Stickstoffs durch die Pflanze.

**Stickstofffixierung:** Umwandlung des chemisch inerten, molekularen Stickstoffs N<sub>2</sub>.

**Denitrifikation:** Umwandlung des im Nitrat NO<sub>3</sub><sup>-</sup> gebundenen N zu molekularem Stickstoff N<sub>2</sub> durch Bakterien.

## Ammoniaksynthese als Ausgangsprozess zur Düngemittelherstellung

Rund **80 Prozent** des hergestellten  $\text{NH}_3$  werden **als Düngemittel** eingesetzt. Ohne  $\text{NH}_3$  wäre es nicht möglich, die stetig wachsende Bevölkerung mit ausreichend Nahrung zu versorgen.

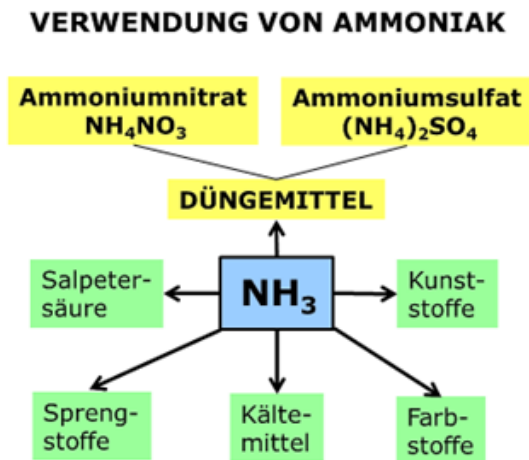
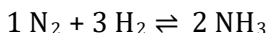


Bild 2: Parallel zur Düngemittelindustrie spielt  $\text{NH}_3$  auch als **Grundstoff für zahlreiche Feinchemikalien**.



Das ist **eine der einfachsten Formeln der anorganischen Chemie**. Praktisch jedoch waren die **Schwierigkeiten fast unüberwindlich**, weil in dem Reaktor  $450^\circ\text{C}$  und 300 bar Druck erforderlich sind. Aber nach erfolgreicher Meisterung der Probleme sollte damit **Brot aus Luft** entstehen.

1900 meldete **Wilhelm Ostwald** (1853–1932) ein **Patent** zur "Herstellung von Ammoniak und Ammoniakverbindungen aus freiem Stickstoff und Wasserstoff" an. Im Labormaßstab gelang es ihm durch "geeignete Kontaksubstanzen oder Katalysatoren bereits bei geringer Erhitzung auf  $250$  bis  $300^\circ\text{C}$ " **Ammoniak herzustellen**. In der gleichen Patentschrift empfahl er die **Durchführung unter hohem Druck**, "da die verhältnismäßige Menge des Ammoniaks im Gasgemisch mit steigendem Druck zunimmt".

Was **in der Natur** winzige nitrifizierende **Bodenbakterien bei Atmosphärendruck, Umgebungstemperatur** und Feuchte mühelos fertigbringen, ist **in der technischen Synthese** ein langer und **mühevoller Weg**, die Stickstofffixierung - **hohe Drücke, hohe Temperaturen** in den Reformern, Konvertern, Waschkolonnen, Reaktoren, Kompressoren, Wärmetauschern. **Hohe Investitionskosten, großer Energieverbrauch**, aber die Chemiker und Ingenieure haben es mit dem Einsatz von viel Gehirnschmalz und **jahrelanger Ausdauer** zustandegebracht.

Großtechnisch wird  $\text{NH}_3$  heutzutage nach dem **Haber-Bosch-Verfahren** hergestellt, das 2013 sein 100-jähriges Jubiläum feierte.  $\text{N}_2$  und  $\text{H}_2$  werden **bei Temperaturen von 400 bis 500 Grad Celsius** und **Drücken von 150 bis 250 bar** über einen **Eisenkatalysator** geleitet. Diese Prozessparameter sind ein Kompromiss zwischen der thermischen Stabilität von  $\text{NH}_3$ , der Reaktionsrate und der Katalysatoraktivität. Unter **Gleichgewichtsbedingungen** wird ein **Umsatz von 15 Prozent** erreicht. Der benötigte  $\text{N}_2$  wird durch kryogene Luftzerlegung gewonnen, wohingegen  $\text{H}_2$  durch **Dampfreformierung von Methan  $\text{CH}_4$**  erzeugt wird.

**Fritz Haber** (\*1868 Breslau, †1934 Basel) entwickelte von 1904 bis 1908 zusammen mit **Carl Bosch** (1874–1940) die Ammoniaksynthese, erhielt 1910 darauf das Patent und legte damit die Grundlage für künstlich hergestellten Stickstoffdünger, der **für die Ernährung der Hälfte der Weltbevölkerung unerlässlich** ist. Er bekam dafür **1919 den Nobelpreis für Chemie**.

### **Geburtsstunde der Hochdrucktechnik in der Chemie**

Ab 1907 wurde ganz klar, dass die Synthese nur bei hohen Drücken und Temperaturen gelingen würde. Habers Berechnungen ergaben, dass Erfolg nur bei den **damals völlig unrealistischen Bedingungen** von  $600^\circ\text{C}$  und 200 bar möglich sein würde. Das Budget der TH Karlsruhe war viel zu schmal, um diese Apparaturen zu bezahlen. Im nahen Ludwigshafen fand er einen Kooperationspartner in der **BASF** (Badische Anilin- und Sodafabrik), die in zukunftssträchtige Technologien investieren wollte. Nicht nur, dass **unter diesen Bedingungen noch niemals großtechnische Verfahren durchgeführt wurden**, sondern es gab praktisch keinen **Katalysator**



(einen Stoff, der die **Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion erhöht**, ohne dabei selbst verbraucht zu werden), der bei 500°C funktionierte.

Fritz Haber und G. van Oordt verwendeten schon 1904 **reines Eisen**, das aber noch **nicht in der richtigen Modifikation** vorlag. 1909 experimentierte Haber mit **Osmium** und sogar mit **Uran** als Katalysator. Im TH-Institut bauten sie mit finanzieller Hilfe der BASF eine **Hochdruckapparatur**, für die alle Komponenten speziell konstruiert und gebaut werden mussten, der **Kompressor**, die **Wärmetauscher**, der **Reaktor samt Katalysator**, die **Dichtungen** und **Ventile**. Die Apparatur, ausgelegt für 250 bar, arbeitete nach dem **Kreislaufverfahren**, d.h. das **gebildete Ammoniak** musste aus dem umlaufenden Synthesegas  $N_2 + H_2$  **abgetrennt** werden. Im März 1909 war es so weit mit ihrer kleinen Versuchsanordnung.

Alwin Mittasch (1869–1953) suchte in den Folgejahren nach der optimalen Zusammensetzung für den Katalysator. Er fand heraus, dass eine **bestimmte Eisenmodifikation** am besten geeignet ist. **Magnetit** oder Eisen(II,III)-oxid  $Fe_3O_4$  wird in der **reduzierend** wirkenden Umgebung des Reaktors **zu stark porösem**, kubisch-raumzentriertem  **$\alpha$ -Eisen umgewandelt**. Die innere **Oberfläche** dieses Eisens ist sehr hoch und ermöglicht einen hohen Gas-Kontakt. Wenig zugesetztes **Aluminiumoxid** begünstigt die Bildung des  $\alpha$ -Eisens, Kaliumoxid stabilisiert die Struktur.

Nachdem 1911 eine erste kleinere Anlage für mehrere Wochen in Betrieb war, **ohne dass der Reaktor platzte**, wurde die ganze finanzielle Kraft der BASF für den Bau einer **Großanlage** in der Nachbargemeinde Oppau eingesetzt. **1913 ging sie in Betrieb**, erzeugte eine **Tagesmenge von 20 t** gebundenen Stickstoffs. Sie wurde laufend ausgebaut: Noch 1913 wurden die **Reaktoren von 4 auf 8 m Höhe** gebracht, ihr **Durchmesser stieg von 29 auf 68 cm**, 1915 betrug die Höhe schon 12 m und der Durchmesser 1 m, Tagesproduktion 25 t (25 tato). Als der **erste Weltkrieg** ausbrach, verlangte das **Kriegsministerium dringend nach Ammoniak**, weil daraus (leider) auch  **Sprengstoff** hergestellt werden kann. Die Produktion konnte nur durch den Bau eines neuen Werkes erhöht werden; aus strategischen Gründen entschloss man sich für den Standort Leuna bei Merseburg (weg von der französischen Grenze!). 1917 wurde die für 350 tato

gebundenen Stickstoff ausgelegte Anlage angefahren. 1925 lag die BASF-Produktion an beiden Standorten schon bei 950 t, 1928 bei 1700 t.

Für eine **Tagesproduktion von 1500 Tonnen Ammoniak** setzt man einen **Reaktor von 2,40 m Durchmesser, 30 m Länge** und einem **Gewicht von ca. 400 Tonnen** ein. Er fasst etwa **100 Tonnen Katalysator** (heute meist **Eisen mit Zusätzen von Oxiden des Calciums, Aluminiums und Siliziums** sowie **Kaliumcarbonat**).

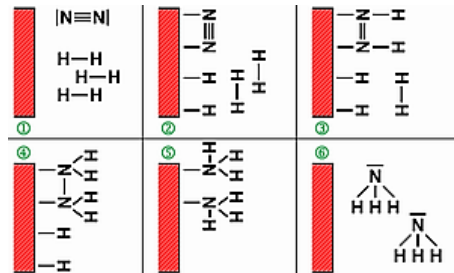


Bild 3. (links) So sieht es aus, das Herzstück der Ammoniaksynthese-Anlage, der **Hochdruck-Reaktor**, hier ein Exemplar von 1921, auf dem Gelände des Karlsruher Instituts für Technologie. 300 bar und 450°C - damals eine große Herausforderung für die Stahlindustrie und die Berechnungsingenieure.

**Außen** ist das Reaktionsrohr mit **druckbeständigem, dickem Stahl** verstärkt. **Innen darf kein Stahl** verwendet werden, weil der **Wasserstoff mit dem im Stahl enthaltenen Kohlenstoff reagieren würde**. Deshalb besteht das Innenrohr aus **kohlenstoffarmem, reinem Eisen**.

Bild 4. (rechts) So arbeitet der **Katalysator** (rot) bei der Ammoniaksynthese: Aus  $\text{N}_2$  und  $\text{H}_2$  wird in sechs (schematischen) Stufen  $\text{NH}_3$ . Es bedarf einiger Anstrengung, die stabile **Dreifachbindung der Stickstoffatome aufzubrechen**. Schrittweise lagern sich drei H-Atome am N-Atom an.

## Großtechnische Durchführung

Die **Herstellung von Ammoniak** besteht traditionell aus **zwei integrierten Prozessstufen**: dem **Synthesegas-Prozess** und der Ammoniak-Synthese nach dem **Haber-Bosch Verfahren**. Die **Herstellung** erfolgt **kontinuierlich** in einem **mehrstufigen Verfahren**:

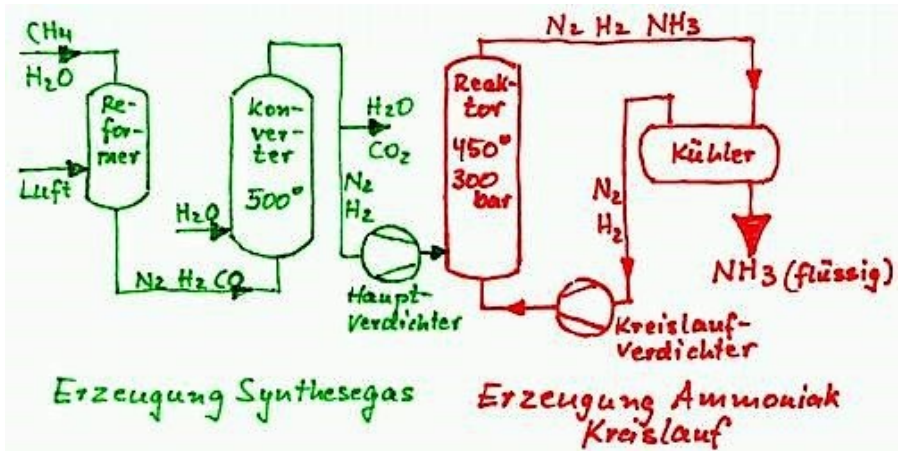
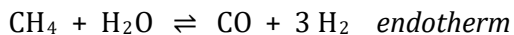


Bild 5. Haber-Bosch-Verfahren, stark vereinfachtes Schema.  
Aus Erdgas, Wasser und Luft wird Ammoniak.

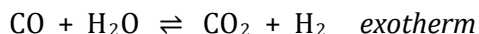
**Primärreformer:** Bei 800°C reagiert Methan  $\text{CH}_4$  mit Wasserdampf  $\text{H}_2\text{O}$  zu Kohlenmonoxid  $\text{CO}$  und **Wasserstoff  $\text{H}_2$** .



**Sekundärreformer:** Der Sauerstoff  $\text{O}_2$  der **zugeführten Luft** reagiert mit  $\text{CH}_4$  zu  $\text{CO}$  und  $\text{H}_2$ . Der träge **Stickstoff  $\text{N}_2$**  reagiert nicht.



**Konverter:** Das Katalysatorgift  $\text{CO}$  reagiert bei 500°C mit  $\text{H}_2\text{O}$  zu Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  und **Wasserstoff  $\text{H}_2$** .



**Waschturm:** Das Katalysatorgift  $\text{CO}_2$  muss entfernt werden. Kohlenstoffdioxid lässt sich mit Wasser **herauswaschen** (lösen). Dieses wird an die **Getränkeindustrie** verkauft. So erhält man die reinen Gase Stickstoff und Wasserstoff.

**Hauptverdichter:** In einem **Kompressor** wird das Gasgemisch aus Stickstoff und Wasserstoff auf den notwendigen Druck komprimiert.

**Reaktor:** In einem zylinderförmigen, **druckfesten Reaktionsrohr** wird das Gasgemisch unter ca. 300 bar Druck auf bis zu 530 °C erhitzt. Dabei strömt das Gasgemisch durch den **porösen Katalysator** und reagiert zu Ammoniakgas.

**Kühler:** Die Reaktionsstoffe  $N_2$ ,  $H_2$  und  $NH_3$  werden von 450 °C herunter gekühlt, das  $NH_3$  **kondensiert aus**.

**Kreislaufverdichter:** Die noch **nicht reagierten Gase**  $N_2$  und  $H_2$  werden über einen Kreislaufkompressor **dem Reaktor wieder zugeführt**.

### **Gut oder schlecht?**

Innerhalb der Stickstoffdüngerkette wird die meiste Energie für die **Produktion** des N-Düngers verbraucht. Während für die Produktion **von einer Tonne N als Kalkammonsalpeter** etwa **40 GJ** benötigt werden, verbrauchen **Transport und Ausbringung** dieser Tonne N **nur 1 bzw. 3 GJ**. **Das Ammoniak wird aus Luftstickstoff ( $N_2$ ) und Erdgas, das zu 82% als Prozessgas und zu 18% als Brennstoff verwendet wird, synthetisiert.** Insgesamt ist der **Herstellungsprozess stark endotherm**, d. h. es wird viel Energie verbraucht (je kg  $NH_3$ -N etwa 1 l Öl-Äquivalente). **Mit einem Anteil von einem bis drei Prozent am weltweiten Energiebedarf ist die Ammoniak-synthese einer der größten industriellen Energieverbraucher.** Allerdings wurde die **Energieeffizienz** der N-Düngemittelproduktion innerhalb der letzten **100 Jahre deutlich verbessert**. In einem modernen Werk, das Erdgas verwendet, ist der Verbrauch nahezu **auf das theoretische Minimum** zurückgegangen.

**Erdgas ist fossil**, und die **elektrische Energie** zum Antrieb der Kompressoren stammt hauptsächlich **aus fossilen Quellen**. Der **Haber-Bosch-Prozess** ist **energieintensiv**, erhöht den **CO<sub>2</sub>-Ausstoß** und damit die Erwärmung der Atmosphäre. Pro Tonne produziertem  $NH_3$  werden zwei Tonnen klimaschädliches **Kohlenstoffdioxid**  $CO_2$  **freigesetzt**. Die **wertvollen Kohlenwasserstoffe** werden also **nicht in das Endprodukt**  $NH_3$  umgewandelt, sondern lediglich in das derzeit noch nicht großtechnisch verwertbare  $CO_2$ .

Seit dem Zweiten Weltkrieg brachte die Industrie immer **wirksamere** und **gezielter einsetzbare** chemische Düngemittel auf den Markt. Im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts geriet der synthetische Dünger jedoch zunehmend in die **Kritik**, da seine **übermäßige Verwendung** für verschiedene **ökologische Schäden** wie die Ermüdung des Bodens, **Sauerstoffmangel** und **Fischsterben** verantwortlich gemacht wurde. Bei **Überdüngung** wird ein großer **Teil des Nitrats in Flüsse ausgeschwemmt** und verursacht erhebliche Umweltprobleme, z.B. **Eutrophierung von Binnengewässern**, das ist eine **unerwünschte Zunahme an Nährstoffen im Wasser**.

**Seit ca. 1985 sinkt der Verbrauch von mineralischen Düngemitteln in Deutschland.**

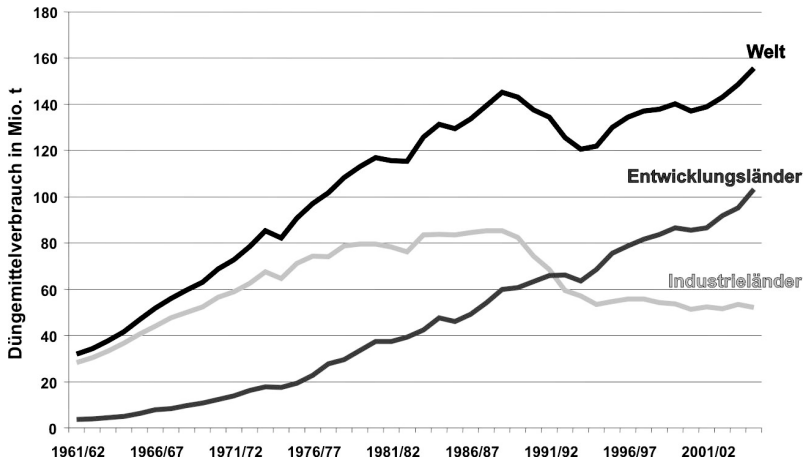


Bild 6. Entwicklung des weltweiten Düngemittelverbrauchs in den Jahren 1961 – 2005

Es bestehen erhebliche **Zweifel**, dass die Erhöhung der Stickstoffdünger-Produktion die einzige Antwort auf die Welternährungsprobleme darstellt. Die **andere Möglichkeit**, auf die schon Haber in seiner Nobelpreisrede hingewiesen hatte, wäre die **biologische Stickstofffixierung**, d.h. der Versuch einer **Nachahmung des Stickstoffkreislaufs**, wie er in der Natur abläuft. Hier wird noch viel Arbeit notwendig sein, die für **Biologen, Chemiker und Ingenieure** dieser und der **nächsten Generation** eine **sehr große Herausforderung** darstellt.

**Forrás:**

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/duengemittel#dungemittel-was-ist-das>

<https://www.chemie.de/lexikon/Dünger.html>

<https://www.plantura.garden/gartenpraxis/duenger/kunstduenger>

<https://www.bundestag.de/resource/blob/567976/bb4895f14291074b0a342d4c714b47f8/wd-8-088-18-pdf-data.pdf>

<https://heureka-stories.de/1913-die-kleinbildkamera/2-uncategorised/66-was-ist-aus-habers-erfindung-geworden.html>

<https://heureka-stories.de/1913-die-kleinbildkamera/2-uncategorised/65-die-ammoniaksynthese-die-ganze-geschichte.html>

<https://heureka-stories.de/1908-die-ammoniaksynthese.html>

<https://www.seilnacht.com/Lexikon/erdoel.html#Synthesegas>

<https://www.seilnacht.com/chemiker/chehab.html#ammoniaksynthese>

<https://www.seilnacht.com/Lexikon/HaberBo.htm>

<https://www.fcho.de/de/23-deutsche-kategorien/aktuelles/128-ammoniak-gibt-grund-zum-feiern-festsymposium-mit-chemie-olympioniken-und-studenten-w%C3%BCrdigt-100-jahre-haber-bosch-verfahren.html>

<https://blog.deutsches-museum.de/2016/07/31/gut-oder-schlecht>

<https://www.chemanager-online.com/themen/produktion/seit-100-jahren-hoch-hinaus>

<https://www.iva.de/sites/default/files/benutzer/uid/publikationen/tb2007.pdf>

**Beküldési határidő: a következő szám feladatainak márciusi határideje.**

Az ábrákon szereplő feliratokat nem kell lefordítani! Az ábrák (képek) segítik a megértést, a kész fordításba azonban nem kérem bemásolni/beilleszteni őket (helytakarékoság végett). Elég a képaláírások fordítását megadni a megfelelő helyen.

Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A kézzel írók (is) mindenképpen hagyjanak a **lap mindkét szélén legalább 1–1 cm margót** (a pontoknak). **Minden lap tetején** szerepeljen a **beküldő neve, osztálya, valamint iskolájának neve.**

## Kémia angolul

*Szerkesztő: Tóth Edina*

A berillium egyike a periódusos rendszer azon elemeinek, melyeknek rendszerint fejből tudjuk a vegyjelét, a periódusos rendszerben elfoglalt helyét... és ezen felül talán még egy-két információmorzsát. Pedig az elem nagy történeti jelenőséggel bír! A következő fordítási feladat erre (is) választ ad.

**Beküldési határidő: 2023. február 17.**

### Beryllium (Be)<sup>(1)</sup>

... formerly known as (until 1957) glucinium, it is the lightest member of the alkaline-earth metals of Group 2 (IIa) of the periodic table, used in metallurgy as a hardening agent and in many outer space and nuclear applications.

Element Properties		atomic number	4
melting point	1,287°C (2,349°F)	atomic weight	9.0121831
boiling point	2,471°C (4,480°F)	specific gravity	1.85 at 20°C (68°F)
oxidation state	+2	electron configuration	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup>

### Occurrence, properties, and uses

Beryllium is a steel-gray metal that is quite brittle at room temperature, and its chemical properties somewhat resemble those of aluminum. It does not occur free in nature. Beryllium is found in beryl and emerald, minerals that were known to the ancient Egyptians. Although it had long been suspected that the two minerals were similar, chemical confirmation of this did not occur until the late 18th century. Emerald is now known to be a green variety of beryl. Beryllium was discovered (1798) as the oxide by French chemist Nicolas-Louis Vauquelin in beryl and in emeralds and was isolated (1828) as the metal independently by German chemist Friedrich Wöhler and French chemist Antoine A.B. Bussy by the reduction of its chloride with potassium. Beryllium is

widely distributed in Earth's crust and is estimated to occur in Earth's igneous rocks to the extent of 0.0002 percent. Its cosmic abundance is 20 on the scale in which silicon, the standard, is 1,000,000. The United States has about 60 percent of the world's beryllium and is by far the largest producer of beryllium; other major producing countries include China, Mozambique, and Brazil.

There are about 30 recognized minerals containing beryllium, including beryl ( $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ , a beryllium aluminum silicate), bertrandite ( $\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$ , a beryllium silicate), phenakite ( $\text{Be}_2\text{SiO}_4$ ), and chrysoberyl ( $\text{BeAl}_2\text{O}_4$ ). (The precious forms of beryl, emerald and aquamarine, have a composition closely approaching that given above, but industrial ores contain less beryllium; most beryl is obtained as a by-product of other mining operations, with the larger crystals being picked out by hand.) Beryl and bertrandite have been found in sufficient quantities to constitute commercial ores from which beryllium hydroxide or beryllium oxide is industrially produced. The extraction of beryllium is complicated by the fact that beryllium is a minor constituent in most ores (5 percent by mass even in pure beryl, less than 1 percent by mass in bertrandite) and is tightly bound to oxygen. Treatment with acids, roasting with complex fluorides, and liquid-liquid extraction have all been employed to concentrate beryllium in the form of its hydroxide. The hydroxide is converted to fluoride via ammonium beryllium fluoride and then heated with magnesium to form elemental beryllium. Alternatively, the hydroxide can be heated to form the oxide, which in turn can be treated with carbon and chlorine to form beryllium chloride; electrolysis of the molten chloride is then used to produce the metal. The element is purified by vacuum melting.

Beryllium is the only stable light metal with a relatively high melting point. Although it is readily attacked by alkalis and nonoxidizing acids, beryllium rapidly forms an adherent oxide surface film that protects the metal from further air oxidation under normal conditions. These chemical properties, coupled with its excellent electrical conductivity, high heat capacity and conductivity, good mechanical properties at elevated temperatures, and very high modulus of elasticity (one-third greater than that of steel), make it valuable for structural and thermal applications. Beryllium's dimensional stability and its ability to take a high polish have made it useful for mirrors and camera shutters in space,



military, and medical applications and in semiconductor manufacturing. Because of its low atomic weight, beryllium transmits X-rays 17 times as well as aluminum and has been extensively used in making windows for X-ray tubes. Beryllium is fabricated into gyroscopes, accelerometers, and computer parts for inertial guidance instruments and other devices for missiles, aircraft, and space vehicles, and it is used for heavy-duty brake drums and similar applications in which a good heat sink is important. Its ability to slow down fast neutrons has found considerable application in nuclear reactors.

Much beryllium is used as a low-percentage component of hard alloys, especially with copper as the main constituent but also with nickel- and iron-based alloys, for products such as springs. Beryllium-copper (2 percent beryllium) is made into tools for use when sparking might be dangerous, as in powder factories. Beryllium itself does not reduce sparking, but it strengthens the copper (by a factor of 6), which does not form sparks upon impact. Small amounts of beryllium added to oxidizable metals generate protecting surface films, reducing inflammability in magnesium and tarnishing in silver alloys.

Neutrons were discovered (1932) by British physicist Sir James Chadwick as particles ejected from beryllium bombarded by alpha particles from a radium source. Since then beryllium mixed with an alpha emitter such as radium, plutonium, or americium has been used as a neutron source. The alpha particles released by radioactive decay of radium atoms react with atoms of beryllium to give, among the products, neutrons with a wide range of energies—up to about  $5 \times 10^6$  electron volts (eV). If radium is encapsulated, however, so that none of the alpha particles reach beryllium, neutrons of energy less than 600,000 eV are produced by the more-penetrating gamma radiation from the decay products of radium. Historically important examples of the use of beryllium/radium neutron sources include the bombardment of uranium by German chemists Otto Hahn and Fritz Strassmann and Austrian-born physicist Lise Meitner, which led to the discovery of nuclear fission (1939), and the triggering in uranium of the first controlled-fission chain reaction by Italian-born physicist Enrico Fermi (1942).

The only naturally occurring isotope is the stable beryllium-9, although 11 other synthetic isotopes are known. Their half-lives range from 1.5

million years (for beryllium-10, which undergoes beta decay) to  $6.7 \times 10^{-17}$  second for beryllium-8 (which decays by two-proton emission). The decay of beryllium-7 (53.2-day half-life) in the Sun is the source of observed solar neutrinos.

[...]

### **Dating geological events with beryllium (2)**

Using a technique known as cosmogenic nuclide dating, scientists can determine how long rocks have been exposed to the air by measuring their levels of beryllium-10, a radioactive isotope of beryllium. Cosmogenic nuclide dating is often used to determine the dates of important geological events, such as glacier advances and retreats, rock slides, meteor impacts and lava flows.

For example, after a rock avalanche, boulders that land on top of the heap have surfaces that are exposed to the sky for the first time. Particles from incoming cosmic rays (high-energy radiation from outer space) begin to hit these boulder surfaces, creating beryllium-10. The longer the surface area is exposed, the greater the amount of beryllium-10, according to the University of Utah.

In a recent study, researchers at the University of Utah conducted the first rigorous analysis to date a landslide that had occurred thousands of years ago in what is now Zion National Park in Utah. Scientists have known for some time that the flat floor of this park was previously a lake originally created when a massive rock avalanche dammed up the Virgin River, but it was still unclear exactly when this landslide occurred. To find out, the researchers analyzed the levels of beryllium-10 in 12 boulders taken from the area.

Their findings conclude that the rock avalanche occurred about 4,800 years ago as a single event, with a range of uncertainty that gives or takes 400 years, according to the University of Utah. Their work was published in 2016 in *GSA Today*, the journal of the Geological Society of America.

### **Berylliosis<sup>(3)</sup>**

... a systemic industrial disease caused by poisoning with beryllium, usually involving the lungs but occasionally affecting only the skin. There are two forms: an acute illness occurring most frequently in

workers extracting beryllium metal from ore or manufacturing beryllium alloys, and a slow-developing chronic disease occurring in scientific and industrial workers who are exposed to beryllium-containing fumes and dust.

The acute disease involves both skin and lungs, causing a burning rash, eye irritation, nasal discharge, a cough, and chest tightness. The skin disease is caused by direct contact with beryllium salts and the lung disease by inhalation of metal dust or beryllium compounds. Most of those affected by acute berylliosis recover within a few months, but a small number of patients develop a highly fatal inflammation of the lung within 72 hours after a brief, massive exposure to beryllium. The chronic disease may occur more than 15 years after exposure, although the later it develops, the milder it is likely to be. It generally causes shortness of breath, especially after exercise, exhaustion, and a dry cough and can produce a permanent, though moderate, disability.

### **Based on the following sources:**

(1) <https://www.britannica.com/science/beryllium>

(2) <https://www.livescience.com/28641-beryllium.html>

(3) <https://www.britannica.com/science/berylliosis>

(last accessed 12/01/2023)

A szeptemberi feladat mintafordítása:

### **Az elemek és izotópjaik stabilitása**

A világegyetemben mindösszesen 80 stabil kémiai elem található. Ezeknek az elemeknek egy vagy több izotópja nem vesz részt spontán radioaktív bomlásban. Az ólmot követően bármelyik elemet is tekintjük, annak nem fordulnak elő stabil izotópjai. A periódusos rendszerben az ólmot megelőző elemek közül kettő, a technécium és a prométium kizárólag radioaktív izotópként létezik. Hagyományosan a bizmutot, pontosabban a 209-es tömegszámú bizmutatomot tekintették az utolsó állandó izotópnak, azonban 1949-ben már elméletileg valószínűsítették azt, hogy ez az izotóp nem lehet stabil. 2003-ig kellett várni, hogy megfigyeljék ennek a „stabil” izotópnak a bomlását, és meghatározzák a

felezési idejét, ami  $1,9 \cdot 10^{19}$  év. Két másik elem is létezik, aminek csak radioaktív izotópjai vannak: az urán és a tórium, ezek meglehetősen nagy mennyiségben találhatóak meg a Földön, mert egyes izotópjaik felezési ideje  $-10^8-10^9$  év –, majdnem akkora, mint maga a Föld kora.

Az a tény, hogy a stabil elemek száma korlátozott, megmagyarázható azzal, hogy az atommag pozitív töltésű protonokat tartalmaz. A protonok között ugyanúgy taszító erők működnek, mint az elektronok között, melyet az 1. fejezetben tárgyaltunk. A neutronokat egyszerűen a pozitív töltéseket elválasztó anyagként is el tudjuk képzelni. A protonok számának növekedéséhez képest az elemek közönséges izotópjában a neutronok száma nagyobb mértékben növekszik. A 126 neutronnal rendelkező ólom után, a pozitív töltések száma túl nagy lesz az atommagban ahhoz, hogy az stabil maradjon, ezáltal a taszító erők érvényesülnek. Az összes ezt követő elemnek csak radioaktív izotópjai léteznek.

Az atommag jobb megértése érdekében megalkothatjuk az atommag kvantummechanikai vagy héj modelljét. Ahogy Niels Bohr az elektronokat energiaszinteken képzelte el, hasonlóan képzelhetjük el mi is a protonokat és a neutronokat (összefoglaló néven: a nukleonokat). Így az atommagon belül a protonok és a neutronok egymástól függetlenül töltik fel az energiaszinteket a főkvantumszámnak ( $n$ ) megfelelően. Azonban a mellékkvantumszám ( $l$ ) az elektronokkal ellentétben nem korlátozott. Valójában a nukleonok esetében a feltöltődési sorrend  $1s, 1p, 2s, 1d...$  Az atommag minden energiaszintjét ugyanazon mágneses kvantumszámok szabják meg, mint az elektronokét, tehát van egy darab  $s$  szint, három darab  $p$  szint és öt darab  $d$  szint. Mindkét nukleontípusnak van spinkvantumszáma, ami  $+\frac{1}{2}$  vagy  $-\frac{1}{2}$  lehet.

## **A magspinek párképzése**

Az elektronok viselkedésétől eltérően, a spinek párba rendeződése a nukleonok esetében fontos tényező. Valójában a 273 stabil atommagból csak négy olyan létezik, melyben a protonok és a neutronok egyaránt páratlan számúak. A páros számú protonnal rendelkező elemek általában nagyszámú stabil izotóppal rendelkeznek, míg amelyeknek protonszáma páratlan, egy vagy legfeljebb két állandó izotópjuk van. Például a céziumnak (55 proton) csak egy állandó izotópjuk van, míg a

bárium (56 proton) hét állandó izotóppal rendelkezik. A bizmutot megelőző elemek közül kizárólag a technécium és a prométium olyanok, melyek radioaktív izotópként léteznek, bár mindkettőnek páratlan a protonszáma.

A páros protonszámú atommagok nagyobb stabilitása összefüggésbe hozható a Földön való előfordulásuk gyakoriságával. Ahogy a növekvő rendszámmal az előfordulásuk gyakorisága csökken, azt láthatjuk, hogy a páratlan protonszámú elemek gyakorisága körülbelül egytizede páros szomszédjaiknak.

### Héjak az atommagban

A Meyer–Jensen-héjmodell segítségével azt találjuk, hogy az atommagok esetében a betöltött energiaszintek az egyik nukleonból 2, 8, 20, 28, 50, 82 és 126 darabot tartalmaznak (ehhez képest az elektronok 2, 10, 18, 36, 54 és 86 darabot), s így az első betöltött kvantumszint megfelel az  $1s^2$  konfigurációnak, a következő  $1s^2 1p^6$  konfigurációjú, végül az ezt követő pedig az  $1s^2 1p^6 2s^2 1d^{10}$ . Ezeket a szinteket egymástól függetlenül töltik fel a protonok és a neutronok. Észrevehetjük, hogy úgy, mint az elektronok energiaszintjei, a telített nukleonszintek bizonyos állandóságot biztosítanak egy atommagnak. Például az ólomot követő, a természetben előforduló radioaktív elemek bomlása ólomizotópot eredményez, melyek mindegyike 82 protont tartalmaz.

A betöltött energiaszintek hatása megjelenik az állandó izotópoknál is, így az 50 protont tartalmazó ónnak van a legtöbb stabil izotópja (10). Ehhez hasonlóan hét különböző elem izotópja tartalmaz 82 neutron (izotón atomok), s hat különböző elemnek van 50 neutronot tartalmazó izotópja.

Ha egy nukleonra nézve a teljesen betöltött energiaszintek stabilitást adnak az atommagnak, akkor azt gondolhatjuk, hogy ha ez mindkét nukleonnal megtörténik (duplán mágikus magok), akkor az még kedvezőbb lenne, és ez valóban így is van.

Nevezetesen a négyes tömegszámú héliumatom, melynek mind a protonjai, mind a neutronjai is  $1s^2$  konfigurációjúak, a második leggyakoribb izotóp a világegyetemben, és a hélium-4 atommag (alfa-részecske) számos magreakció során keletkezik. Hasonlóan, a következő kétszeresen telített mag, az oxigén-16 (8 p, 8 n), ami az oxigén 99,8 százalékát teszi ki ezen a bolygón. A kalcium követi a sort, a

kalcium-40 izotóp (20 p, 20 n) az elem 97 százalékát teszi ki. Ahogy a 2.8. ábrán láthattuk, a neutronok száma gyorsabban növekszik, mint a protonok száma, ezáltal duplán stabil izotóp az ólom-208 (82 p, 126 n). Ez az ólom a legnagyobb tömegű stabil izotópja, ráadásul a természetben is a leggyakoribb.

### **Új elemek szintézise**

Mind a kémikusoknak, mind a fizikusoknak célja új kémiai elemek szintézise. Ennek elérése érdekében a célpont egy nagy rendszámú elem, amit egy neutronban gazdag elem atomjaival ütköztetnek, melyek együttesen adják a kívánt elem rendszámát. A közönséges, 40-es tömegszámú, kétszeresen mágikus kalciumizotóp mellett a természetes kalcium körülbelül 0,2%-ban neutronban gazdag, kétszeresen mágikus kalcium-48 (20 p, 28 n) izotópot tartalmaz. 1,4-es neutron-proton arányával a kalcium-48 számos új elem szintézisének kulcsa. Kalcium-48 atommagokkal ütköztetve a magfizikusok beszámoltak arról, hogy a 114-es rendszámú elemet plutónium-244-ből, a 115-ös rendszámút amerícium-243-ből, a 116-os elemet a kúrium-248-ből, a 117-es elemet a berkélium-249-ből és a 118-as elemet kalifornium-249-ből állították elő. Most a következő periódus első elemeinek előállítására cél, s ez kihívásokkal teli feladat lesz. Nincsenek hosszú életű, még nagyobb rendszámú célizotópok, míg a legvalószínűbb nagyobb rendszámú lövedék a titán-50 lehetne, amelynek neutron-proton aránya mindössze 1,27, így kevésbé valószínű, hogy a kívánt rendszámú, hosszú felezési idejű atomok keletkeznek. Ráadásul még nagy neutron-proton arány mellett is egy új elem bármely izotópjának felezési ideje olyan rövid lesz, hogy ennek az elemnek a kémiáját lehetetlen lesz tanulmányozni.

Villányi Attila

## **19. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia (Bogotá, Kolumbia, 2022. december 2-12.)**

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak a versenyen. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve szerencsés esetben egyes 10. osztályos középiskolás, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolások versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természet-tudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azok, akik több tárgyban is járatosak, a felkészítőn kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre azon diákokat hívjuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Korábban egy ilyen egzotikus utazás akár 25 – természettudományokban jártas – diák fantáziáját is megfogta. Ebben az évben mindössze 14 diák jelentkezett a júniusi felkészítőre, de már csak 13-an jelentek meg a felkészítő első napján és a nyár folyamán további két diák adta fel az első válogatón való megmérettetést.

Ezt az olimpiát az oktatási kormányzat 2007 és 2017 között anyagi segítséggel is támogatta. A versenyek támogatási rendszerének átalakulása után 2017 óta a Nemzeti Tehetség Program ide illő programjából kapunk támogatást. Az utazás anyagi oldalának kezelését, illetve a pályázatok lebonyolítását az MKE végzi, ami óriási segítséget jelent a csapat számára. A covid járvány óta ebben az évben lett volna az első jelenléti verseny. A helyzetet bonyolította, hogy 2019-ben, a katarai versenyen Ukrajna jelentette be, hogy megrendezi a 2022-es IJSO-t. Ezt 2021-ben, az Egyesült Arab Emírségekben hibrid módon megrendezett 18. versenyen meg is erősítette, ám a politikai helyzet alakulása miatt ez a vállalás 2022 elején kérdésessé vált. Többféle alternatíva született a

verseny megtartására: kezdetben az ukrán szervezők online versenyben gondolkodtak, amelyhez Németország és Litvánia tanárai ajánlották fel a segítségüket.

Az idei IJSO-pályázatunkat ezért egy ukrán szervezésű versenyre nyújtottuk be, legfeljebb Európán belüli utazással. A 19. IJSO-n való részvételt támogatta a a Kulturális és Innovációs Minisztérium által kiírt Nemzeti Tehetségprogram NTP-NTMV-22-B-0003 pályázati azonosítójú támogatás. Az IJSO nemzetközi vezetősége végül – a nyár folyamán – az ukrán verseny minisztériumi megerősítésének hiányára hivatkozva bejelentette, hogy a versenyt – jelenléti formában – Kolumbia rendezi meg. A repülőjegyek árának ugrásszerű emelkedése és eleve a megszerzett támogatás mértéke is kérdéssé tette a versenyen a teljes csapattal (6 diák + 3 tanár) való részvételünket. A verseny további állandó támogatója a Richter Gedeon Nyrt. és az Egis Gyógyszergyár Zrt. által biztosított támogatás is csak 3 diák utazására adott lehetőséget, különösen azért, mert Bogotá a tengerszint feletti 2600 méteres elhelyezkedése és a 6 órás időeltolódás néhány napos akklimatizálódást is igényelt, amelynek költségeit a regisztrációs díj nem tartalmazta. A csapat további támogatást kapott a Dr. Bakos – Dr. Smied – Dr. Muraközi Ügyvédi Irodától is.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg (Gyertyán Attila matematikából és fizikából, Dr. Ács Zoltán biológiából, Varga Bence és Villányi Attila kémiából), mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy ezért az őszi felkészítés nem elegendő. Néhány napos elméleti bevezető után az általános és középiskolai iskolai tankönyvekből jelöltük ki az elsajátítandó (illetve átismétlendő) ismereteket, összefüggéseket, illetve az általunk készített prezentációkból kellett az új anyagot elsajátítaniuk a versenyre készülőknek. Szeptember legelején írtuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató eredménye alapján, terveink, és a korábbi hagyományok szerint a legalább 50%-os teljesítményt elérő legjobb diákokat szerettük volna kiválasztani. A megjelent 10 diák közül mindössze négyen érték el a kritériumként meghatározott 50%-os határt, így a továbbiakban nem volt kérdés, hogy az idei csapat – a tavalyihoz hasonlóan – csak három főből áll majd. A négy diák egyike, aki a tavalyi csapat tagja volt, más nemzetközi versenyre való



felkészülésre hivatkozva sajnós lemondta a további felkészülést, így a csapat névsora már szeptemberben véglegesedett:

*Muraközi Péter*, a győri Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója,

*Biró Artúr*, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója,

*Simon János Dániel*, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója.

Őket szeptemberben és októberben minden hétvégén – és több esetben hétközben is – a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel. Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából, Varga Bence és Villányi Attila kémiából végezték a felkészítést. A második válogató okafogyottá vált, minden tárgyból írtunk azonban egy „versenytesztet” a novemberi gyakorlatok napjain, amikor egyébként kipróbálhatták a gyakorlati forduló team-munkáját is.

A 3 diákból álló csapat és két kísérőtanár november 30-án indult el Bogotába. Az első két napot a tanárok hoteljében (Wyndham Hotel) töltöttük, és az akklimatizálódás mellett egy magán szervezésű városnézés keretében a város egyik leghíresebb látványosságát, az Arany Múzeumot tekintettük meg. A verseny első meghirdetett napjától az utolsóig – a verseny szabályzatának megfelelően – az ott-tartózkodás teljes ideje alatt a szervezők biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a verseny második, negyedik és hatodik napján vitatta meg az egyes fordulók feladatait, majd minden ország tanárai kora reggelig fordították a saját nyelvükre a feladatlapokat, másnap pedig a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

A bogotái egyetemistáknak a magas tandíjak elleni demonstrációja miatt az egyetem két héttel meghosszabbította a szorgalmi időszakot, ezért az utolsó pillanatban derült ki, hogy a diákok szállása nem az egyetem apartmanhoteljében, hanem szállodában (Sheraton Hotel) lesz, és a szervezők a laborfordulóra is kénytelenek voltak a hotel konferencia-termét alkalmassá tenni.

Ebben az évben elsősorban a biológiafeladatok voltak az átlagosnál jóval nehezebbek. A rengeteg biokémiai-élettani témájú kérdés a kémia követelményekben nem szereplő szerves kémia miatt eléggé indokolatlannak tűnt. Fizikából a tesztforduló gyakorlatilag az általános iskolás tananyag alapján megoldható lett volna. A kémia kérdések elég kiegyensúlyozottak voltak, bár a nemzetközi zsűri (azaz a kísérőtanárok) többsége szerint egyes kérdések ismeretanyaga inkább a fizika tárgyának témakörébe tartozott. A gyakorlati forduló „kémia” feladatához hasonló vizsgálat – viszkozitásmérés – Katarban fizikafeladatként szerepelt a 2019-es IJSO-n.

A laborforduló feladatait nagyon rosszul érintette, hogy a mérésekhez az egyetem nem bocsátotta rendelkezésre sem a laborjait, sem a műszereit. A gyakorlati verseny előtti napon még csak 10 eszköz készült el (a körülbelül 74-ből) a fizikafeladathoz. Rövidesen kiderült, hogy mérésekhez szükséges ellenállásokat sem tudták beszerezni. 24 órával a gyakorlati forduló kezdete előtt a helyi szervezők a nemzetközi zsűrit, azaz a kísérőtanárokat kérték arra, hogy módosítsák úgy a feladatokat, hogy azok megoldhatók legyenek a hotel konferenciaterme által biztosított körülmények között is. A különböző tárgyak szaktanárai egész nap ezen dolgoztak, még az oldatokat is a külföldi tanárok készítették el a kémiafeladat megoldásához. Közben az is kiderült, hogy viszkoziméterből is csak feleannyi van, mint amennyire szükség lenne (ráadásul a mérések során több berendezés eresztene is kezdett), így végül a laborfordulót osztva tartották meg: a csapatok fele délelőtt, másik fele ebéd után végezte el a gyakorlati feladatokat. A megfelelő ellenállások hiányában a fizika feladata így is értékelhetetlen volt, amit a helyi szervezők hosszú ideig nem akartak elfogadni, és a nemzetközi zsűrit hibáztatták, hogy „elrontották a kiváló mérésüket”. Végül a fizika feladatrészre diákjaink megkapták a maximális pontszámot, annak ellenére, hogy az ellenállások hiányában nem tudták elvégezni az összes mérést.

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok versenynapjain vettek részt különféle, általában érdekes programokon: ilyenek voltak a bogotái városnézés, egy autentikus étteremben történő ebéddel összekötve, kirándulás a Monserrate hegyre (a spanyolországhoz hasonló zarándokhely) és a várostól nem messze

lévő Sókatedrálishoz (egy sóbánya, amelyet templommá és zarándokhellyé alakítottak).

A szervezők viszonylag gyorsan a rendelkezésünkre bocsátották a versenyzőink megoldásait, majd később megkaptuk a helyi szervezők által értékelt dolgozatok adatait is. Az értékelés nagyrészt megfelelően történt. A verseny harmadik fordulója után a pontegyeztetés is viszonylag simán zajlott le, minden jogos kérésünket elfogadták. A pontok könyvelése már nem ment ilyen simán: még a reklamációt követően is hibás adatok kerültek a táblázatokba, és csak többszöri újraellenőrzés után jelenthettük ki, hogy a pontszámok helyesek. Ezért az esti ponthúzás helyett másnap kora reggel fogadta el a nemzetközi zsűri az érmek ponthatárait. Az idei versenyen 37 ország 203 hivatalos versenyzője mérte össze tudását. (Több ország vízumproblémák miatt késett, illetve volt kénytelen lemondani a részvételt.) Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza: mindhárman ezüstérmesek szereztek.

Az elért pontszámokat az 1. táblázat tartalmazza.

	<i>Feleletválasztás</i>			<i>Elmélet</i>			<i>Gyakorlat</i>			<i>Össz.</i>
	<i>Bio.</i>	<i>Kém.</i>	<i>Fiz.</i>	<i>Bio.</i>	<i>Kém.</i>	<i>Fiz.</i>	<i>Bio.</i>	<i>Kém.</i>	<i>Fiz.</i>	
Elérhető	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>100</b>
Muraközi Péter	6,25	4,50	7,75	6,57	9,00	8,70	12,20	9,80	13,00	77,77
Biró Artúr	7,75	5,50	7,75	9,23	8,00	5,45	12,20	9,80	13,00	78,68
Simon János Dániel	5,00	4,25	6,25	5,53	7,50	5,40	12,20	9,80	13,00	69,13

1. táblázat. A magyar csapat tagjainak részeredményei

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenyek a megszervezését. A versenyszabályzat szerint egy ország akkor lesz hivatalosan tagja a versenynek, ha előzőleg egy alkalommal az ország képviselőjében valaki megfigyelőként vett részt a versenyen. Az elmúlt években viszonylag gyorsan növekedett a részt vevő országok száma, de a létszám bizonytalansága abban is megmutatkozik, hogy különféle politikai vagy gazdasági okok miatt egy-egy ország egy-két évig kimarad a versenyből, majd újra megjelenik. A verseny szervezőinek ezzel is kalkulálniuk kell. Az IJSO 2023-ban Thaiföldön folytatódik, évekkal ezelőtt Románia jelezte, hogy vállalja a 2024-es verseny megrendezését,

idén azonban ezt nem erősítették meg a hivatalos minisztériumi meghívóval. A 2025-ös versenyt Oroszország vállalta, de nem tudjuk, hogy alakul addig a politikai helyzet, és hány ország nem tud, vagy nem hajlandó részt venni egy Oroszország által szervezett versenyen. Magyarország szellemi potenciálja egyelőre még meglenne a verseny színvonalas megszervezésére, de az oktatási kormányzat támogatása hiányában nem sok esélyt látunk erre a közeljövőben.

A záróünnepség eredményhirdetése alapján tudjuk, hogy csak India csapata szerzett kizárólag aranyérmeket, és összesen hét ország csapata szerzett legalább egy aranyérmeket. Magyarország háromfős csapata nem összemérhető a teljes csapatot hozókkal, de az biztos, hogy Horvátországon (4 ezüst + 2 bronz) kívül nincs nálunk több ezüstérmeket szerző európai ország (2. táblázat).

<i>Ország</i>	<i>Aranyérem</i>	<i>Ezüstérem</i>	<i>Bronzérem</i>
India	6	0	0
Oroszország	5	1	0
Dél-Korea	3	3	0
Tajvan	2	4	0
Brazília	2	4	0
Kanada	1	5	0
Thaiföld	1	4	1
Horvátország	0	4	2
Izrael	0	4	2
Magyarország	0	3	0
Azerbajdzsán	0	2	4
Szlovénia	0	2	4
Indonézia	0	2	3
Románia	0	1	5
Kazahsztán	0	1	5
Szerbia	0	1	2
Sri Lanka	0	1	2

2. táblázat: Arany- és ezüstérmes országok



11-12. évfolyamos, kémia és/vagy biológia iránt érdeklődő diákok vagytok? Alkossatok csapatot, mérkőzzetek meg modern környezetben a TeamUP versenyen és vigyétek el a fődíjat! Az első helyezett csapat 120.000 Ft-os pénzjutalomban részesül.

Lesznek feladatok kémia és biológia témakörökben. A feladatokat online kell megoldanotok a Zosimos alkalmazásban.

A versenyre 3 fős csapatokban jelentkezhetek: valaki értsen a kémiához, valaki a biológiához. Az sem baj, ha van, aki mindkettőhöz.

Mi nem a lexikai tudásra vagyunk kíváncsiak. Bármilyen segédeszköz használata engedélyezett: a jól megszokott függvénytábla mellett itt nem tiltott az online források használata sem. Együtt jobb dolgozni, vagy külön-külön egy adott témakörön? Gyorsan jobb haladni, vagy alaposan? A taktika rátok van bízva.

A verseny időpontja február 22, szerda 17:00. Jelentkezni február 21. éjfélig lehetséges. A jelentkezéssel és szabályzattal kapcsolatos részleteket megtaláljátok a [lvlmeup.hu/verseny-2023](http://lvlmeup.hu/verseny-2023) weboldalon. Kérdéseket az [info@lvlmeup.hu](mailto:info@lvlmeup.hu) e-mail címre várunk.

## A szám szerzői

**Bacsó Zsófia Réka** vegyész, Mádi Bor Akadémia

**Csorba Benjámín** PhD-hallgató, BME

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

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

**Dr. Horváth Judit** tudományos munkatárs, Sheffieldi Egyetem

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

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

**Nemeskéri Dániel** tanuló, ELTE Apáczai Csere János  
Gyakorlógimnázium, Budapest

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

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

**Dr. Varga Szilárd** tudományos munkatárs, Természettudományi  
Kutatóközpont

**Villányi Attila** középiskolai tanár, ELTE Apáczai Csere János  
Gyakorlógimnázium, Budapest

**Vörös Tamás** igazságügyi szakértő, NSzKK

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

## TARTALOM

<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Bolgár Péter</b> .....	1
<b>MESTERSÉGE KÉMIA TANÁR– Versits Livia</b> .....	4
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	8
<b>KERESD A KÉMIÁT!</b> .....	35
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	43
Horváth Judit: Kémia németül .....	43
Tóth Edina: Kémia angolul .....	53
<b>VERSENYHÍRADÓ</b> .....	61
Villányi Attila: 19. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia .....	61
Versenyfelhívás .....	67
<b>A SZÁM SZERZŐI</b> .....	68

## A magyar csapat a Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpián



### A csapat támogatói



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



Nemzeti  
Tehetség Program



RICHTER GEDEON

