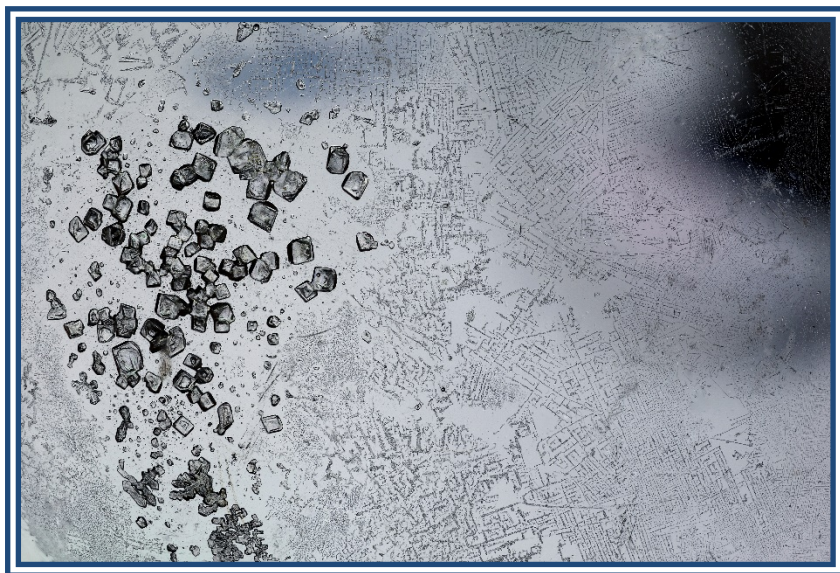
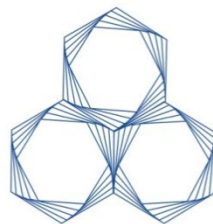


# Középiskolai Kémiai Lapok



XLVIII.

2021/5.

 EMBERI ERŐFORRÁS  
TÁMOGATÁSKEZELŐ

  
EMBERI ERŐFORRÁSOK  
MINISZTERIUMA

 nka

 Nemzeti  
Tehetség Program

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

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

<b>2021. december</b>	<b>XLVIII. évfolyam</b>	<b>5. szám</b>
-----------------------	-------------------------	----------------

**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 2021. 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, fényképezési úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül  
közölni.

# SUFNILABOR



Kóczán György

## A vegyész karácsonyi meséje

Mióta a világ varázstalanítva lett,  
mióta minden banális óraszerkezet

(Cseh Tamás)

Nem húzhatod tovább az időt, indulni kell. Nehéz sóhajjal zárom el a gázpalackot. Kikapcsolom a keverőt, leállítom a HPLC-t. Kint nagy pelyhekben hull a hó, bent a lerobbant neon villog. Nincs mese, itt a karácsony – az örület napja. Béla, a kvantumkémikus preparatív vegyészé gintonikozza magát, és ragaszkodik ahhoz, hogy ő faragja be a fát. Aztán órákig magyarázza az ügyeletes ujjvisszavarró sebésznek, hogy a dologról a fa szokatlan szimmetriája és a Heisenberg reláció tehetnek. A csajok mézeskalácsozás közben szüfraszetté válnak a tojáslikórtól. A hal agyonverése akkor se sikerül a plafon összevérezése nélkül, ha a csapat tagjai közül négy is büszkélkedhet FELASA-C\* bizonyítvánnyal. Estére a "Boldog karácsonyt" már mindenki úgy sziszegi, mint egy ógermán átkot. És ott lesz a sok kis rohadék is. És persze idén is nekem kell majd mesélnem. Valami olyat, amit áthat az igazi karácsonyi szellemiség (nem a halagyonverős), ugyanakkor a kémia tudományának egy izgalmas területét bemutatva biztosítja a „szakma” spirituális túlélését és a viselkedésszavaros kölkeket is leköti addig, amíg anyuék a kamrában ordítva ölik egymást.

Könnyű a tufa matematikusnak: minden évben nyerő Fermat karácsonyi tétele. A fizikus előrántja toroidját és a teáskannával együtt éneklük a mennybőllazangyalt, vagy kiszámolják, hogy elég-e a télapó a surlódástól. A csillagász meg jól legalázza a képeslapfestőket, hogy nem megfelelő holdsarlót rajzoltak.

Kiveszett a szépség és a finomság a világból, mondta öreg Falstaff egy hatalmas bőfőgés után.

Szeretem az erős kezdést, hiába. Mondjuk az ősök még nagyon figyelnek, úgyhogy jöjjön egy kis biedermeier bullshitelés:

---

\* Állatkísérletek tervezésére és végzésre jogosító engedély az EU-ban.

Az öregedést mi se kerülhetjük el, és – Falstaffhoz hasonlóan – bizony szomorúan látjuk, hogy az új vívmányok gyakran meghitt, csodálatos dolgokat szorítanak ki életünkéből. Ti kis ~~reha~~... khmm. lelkes ifjak nem is tudjátok, milyen varázslatos volt az, amikor alkonyatkor meggyújtottunk egy színes ernyőjű petróleumlámpát. Hogy az a gyenge fény mennyi melegséggel, otthonossággal töltötte meg a szobát. Hogy milyen csodálatos volt egy karácsonyestén a kandalló tüzét nézve csendesen beszélgetni. Igen...

...tekintetem a messzeségbe réved. Jó lenne egy kis forraltbor, de Béla még küzd (a ponty már nem), alighanem nekem kell majd elvinnem az üveletre. Már mint Bélát.

Mára a vakító ledek és a sietős karácsonyi szkájpolások korában talán el is felejtettük, hogy ez az ünnep elsősorban a fényről szól. Nem erről a hideg, mindent legyőző pláza-ragyogásról, hanem a másikról: a csendes, otthonos, meleg, hívogatóról. Amiért egyszer régen úgy éreztük, hogy le kell mászni a fáról.

Az igazi karácsonyi mese így aligha szólhat másról, mint a fényről. Faraday híres karácsonyi előadása a gyertyát mutatta be. Az én mesém nem magáról a fényhozó lángról szól, hanem egy igazi magyar történetet mondok el: a tűzgyújtását. Most, mikor kivilágítjuk a bolygónkat, és bármikor egy gombnyomással világosságot teremtünk, nehéz elképzelni, hogy kétszáz éve még milyen nehéz dolgunk volt. Ha kialudt a tűz, akkor éjszaka, esőben kellett felzargatni a szomszédot egy kis parázsért, vagy éppen hosszan bénázni a koromsötétben az acéllal, kovával és taplóval, mire fényt tudtuk gyújtani. A XVIII. század végén a kémia tudománya nagy változást hozott. Európa a tűzszerszámkészítés bűvöletében égett.

Ne felejtsük el: ekkor még nem voltak világvállalatok. A gyógyszereket, kozmetikumokat, tintát, festéket gyakran házilag készítették, vagy két-három fős kisüzemekben „drogisták”, vagy patikusok állították elő. Minden kisvárosnak más és más szappanja, kölnije és bélyegzőfestéke volt. Egy drogistának mindenhez kellett értenie, és állandóan új dolgokon járt az esze. Ez az időszak igazi sufnivegyész-paradicsom volt.

A patikusok ekkoriban nagyon sokféle „gyújtót” készítettek. Mérgező, veszélyes, robbanékony, megbízhatatlan eszközök voltak ezek, de pár mozdulattal tüzet lehetett gyújtani velük. Bűdös kéniszagot árasztottak, gyakran mérgező foszforforgózik elviselhetetlen szaga lengte körül őket,

és kénsavas üveggel kellett ügyeskedni, hogy működjének – vagy egyszerűen csak nem működtek.

Az egyik népszerű tűzszerszámban (mártógyufának hívták)  $\text{KClO}_3$  és kénpor elegyével vontak be fapálcikákat. Ha egy ilyen pálcát kénsavba mártottak, akkor lángra gyulladt. Tette ezt egy kis robbanással (néha nagyobb), tömény kénsavat fröcskölve széjjel. Kénsav hatására ugyanis a  $\text{KClO}_3$ -ból a nagyon reaktív  $\text{ClO}_2$  gáz fejlődik, ami igen heves, oxidáló tulajdonságú, például meggyújtja a legtöbb szerves anyagot vagy a ként. Ez a folyamat magyarázza a kén–klorát elegyek veszélyességét (lesz még szó Lavoisier kis kalandjáról később). 1851-ben Fáy András „Hasznos házi jegyzetek” című munkájában közzé is tett egy ilyen receptet (merthogy, képzeljétek, akkoriban sokan házilag készítettek gyufát):

*Kén-gyertyát, és gyertyát gyújtó eszköz, phosphor nélkül.*

**Végy két rész savított (oxidált) savany-sót, melyet a patikákban sal acidum oxigenatum nevezet alatt árúlnak, egy rész cinóbert, s mind a kettőt vízben feleresztett gummi arabicummal csináld péppé; azután hasogass fenyűfából vékony kénygyertyákat, melyeknek hegyeit felolvasztott bűdös-kőbe mártogasd. Ha meghűlnek, mártsd ismét ugyan ezen hegyeket a leírt mód szerint készített pépbe, és szárítsd meg. Ezen így elkészített fácskákat ha gáliczkő-olajba mártod, azonnal lángot vetnek, s gyújthatsz velök.**

A cinóber alighanem csak színezésre szolgál, és persze bomlik az égés során, így a bűdös  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$  gázok mellé lehet egy kis mérgező higanygőzt is szívni.

A sok tűzszerszámgyáros közül kiemelkedik a „mi” Irinyi Jánosunk, aki felfedezte a „zajmentes” gyufáját, azaz egy olyan gyufát, ami nem robban akkorát, hogy a szomszéd is meghallja, és nem égette meg sem a tűzgyújtó személyt, sem a szőnyeget. A gyufa dörzsölésre gyulladt, nem kellett hozzá kénsav se, és  $\text{KClO}_3$  helyett ólom-dioxidot és fehérfoszfort tartalmazott. Ez az összetétel jó harminc-negyven évig az egyik legjobb gyufareceptnek számított.

---

\* A könyv online is elérhető: [books.google.hu/books?id=jzEyAQAAAMAJ](https://books.google.hu/books?id=jzEyAQAAAMAJ)

Irinyi igazi sufnivegyész volt, nem félt a kalandoktól: öntött ágyút, gyártott puskaport, megreformálta a kémiaoktatást, termővé változtatta a szikéseket, csődbe ment, ült börtönben, máig használatos magyar kémiai szakszavakat alkotott, és persze alapított pár gyufagyárat is. Ja, és ő írta a 12 pontot is.

Irinyi gyufája tehát fehérfoszfort tartalmazott, egy súlyosan mérgező, veszélyes anyagot. A gyufagyári munkások gyakran szenvedtek a krónikus foszformérgezés szörnyű tüneteitől, amelyek zombiszerűen eltorzították az arcukat. Elkeseredett cselédlányok előszeretettel oltották ki életüket (vagy riválisukét) gyufamajszolással.

...kell a horror és a parttalan rettegés a kölkeknek, pláne így karácsonykor. Fogatlan foszforzombi, a mélyszegénység, kihasználtság és megaláztatás miatti elkeseredés. Menő...

A 19. század második felére már sok gyufagyár működött szerte a világon. Persze mindenhol próbálták a gyufát még biztonságosabbá, és olcsóbbá tenni, ezért egymást követték a hasznos találmányok, finomítások\*. Gustaf Erik Pasch, aki Berzelius tanítványa volt a stockholmi Karolinska Intézetben 1844-ben rájött, hogy a gyufában a fehérfoszfort helyettesíthetjük vörössel, ami nem bűdös, nem mérgező, nem párolog, és nem gyullad meg magától. A békés allotróp.

Na ezt a szót se használtam még mesében.

Jönköping festői városkájában Johan Edvard Lundström és öccse, Carl Frans megalapította gyufagyárat Svenska Tändsticks Aktiebolaget néven, és Pasch szabadalma alapján megkezdték a lényegében mai, biztonságos gyufa gyártását. Az 1920-as évekre gyáruk a világ gyufaigéniének kétharmadát adta, nem véletlenül hívják máig sokfelé a világon a gyufát „svédgyufának”. A gyár a gyufagyári fejlesztések legnagyobb központjává vált a híres csúcsmenedzser, Ivar Kreuger vezetése alatt, akit világszerte Gyufakirálynak neveztek.

... minden karácsonyi mesébe kell behavazott északi kisváros és király is. Kipipálhatjuk.

A modern gyufának a feje több más komponens mellett kálium-klorátot, míg a doboz oldalán található dörzsgyújtó rész vörösfoszfort és néha antimon-szulfidot tartalmaz, azaz a két veszélyes komponenst

---

\*A kedvencem az, amikor a gyufa szárának a végét vízüveggel itatták át, ami ettől lángmentes lett. A meggyújtott gyufa magától kialudt, nem égette meg a gyertyagyújtás közben elálmódzó lánykákat.

elválasztották. A fej és a dörzsrész önmagában nem érzékeny, és nem öngyulladó, a vörösfoszfor és a klorát elegye viszont dörzsölés hatására könnyen meggyullad (a szulfidok pedig növelik az érzékenységet). Mi öreg vegyészek jól ismerjük ezt a reakciót: gyerekkorunkban szívesen szórakoztunk azzal, hogy ujjbegyünkre pár milligramm jól elporított  $\text{KClO}_3$ -vörösfoszfor keveréket raktunk, amit egy csettintéssel fel lehet robbantani. Ez a kis robbanás bár hangos és ijesztő, de nem okoz sérülést. (Kivéve, ha fosunk, és az izzadság átnedvesíti a keveréket – akkor lassan, pusztítóan, és nagyon fájdalmas sebet hagyva ég el a keverék.) Szerencsére a vörösfoszfor nem mérgező, nem öngyulladó, így túlélhetjük ezt a kísérletet akkor is, ha eltoljuk. Össze sem lehet hasonlítani az allotróp fehérfoszfor veszélyességével.

...kell az életveszélyes hülyeség a kölköknek. Hogy csillog már a szemük! Most komolyan, az jön be nekik, ha az ujjunk hegyén robbantuk? Fogadjunk, hogy mind azon agyal, hogy honnan tudna vörösfoszfort lopni. De legalább az allotróp fogalmát megjegyezték. Tettem egy szívességet a kémiatanárunknak.

Érdekes dolog az antimon-szulfid jelenléte is. A XIX. században a tűzijátégyárak többé-kevésbé rendszeresen leégtek. Idővel feltűnt, hogy a tüzeket a kálium-klorát és a kénpor reakciója okozza\*. E két anyag keveréke ugyanis igencsak dörzserzékeny. Sokszor elég volt egy klorát-tartalmú tűzijátékot olyan kosárban szállítani, amiben korábban puszkaporos (tehát ként tartalmazó) rakéták voltak, a rázkódás tüzet (az meg hatalmas robbanást) okozott. A század végére a tűzijátégyártók alaposan megtanulták a leckét: a gyárban az összes munkaeszközt vagy sárgára, vagy feketére festették. Kéntartalmú anyagokkal csak a sárga, klorátossal csak fekete eszközzel volt szabad dolgozni, így hamar el is

---

\*A kálium-klorátot tisztán\*\* először Berthollet állította elő (aki amúgy a hipót, az ammónia összetételét, meg még sok mindent egyebet is felfedezett). Úgy gondolta, hogy a klorát helyettesíthetné a salétromot a puszkaporban, ezért Lavoisier-val komoly kísérletbe kezdtek. 1788. október 27-én az essone-i löpormalomban már négy órája zúzták a keveréket, és az csak ekkor robbant fel (az ember azt hinné, hogy egy-két perc is elég) és megölte a molnárt, jó pár emberét és pár tucat kíváncsi parasztot. Lavoisier azért menekült meg, mert egy másik helyiségben éppen a kísérlet jegyzőkönyvén dolgozott (na, ilyen fontos a jegyzőkönyvvezetés!). A robbanás híre a fél világot bejárta, és Lavoisier egy jelentést is közölt róla. Szóval azt azért már korábban is lehetett sejteni, hogy a klorát és a kén elegye kockázatos dolog.

\*\*Mert amúgy a "gläubersós" Johann Rudolf Glauber fedezte fel 100 évvel korábban. Ő még igazi alkímista volt, olyan kalandokkal, hogy egyszer még lehet belőle is karácsonyi mese. Például ő fedezte fel a „vegyész virágoskertjét”.

maradtak a látványos tűzvések. A tapasztalatot a gyufagyártó vegyészek is hasznosították, persze fordítva: pár százalék kénpor a kloráttartalmú gyufafejbe sokkal könnyebbé és kiszámíthatóbbá tette a gyulladást. A kénhez hasonlóan érzékenyek a szulfidok is kloráttal keverve, ezért raknak  $Sb_2S_3$ -t a gyufa dörzsfelületébe. Így született végül meg a mai gyufa.

Azt hihetnénk, a történet itt véget is ért. Lett biztonságos gyufánk, amit mára már alig használunk, mert van piezós öngyújtó. Meg villanykapcsoló. Ez a sztori ennyit tudott...

Nos, a történet még korántsem ért véget. Sok sötétség, gazság, és sok izgalom vár még ránk.

1992-ben egy fergeteges peptidkémikus házibulin (vad évek voltak, hiába is szépíteném) késő éjszaka Szekerke Mária professzor (a magyar peptidkémia legendás alakja) egy hihetetlen történetet mesélt el. A tanárnő a 2. világháború után költözött fel Pestre, és az ötvenes évek „szűk levegőjében” élte a fiatal kutatók nélkülözésekkel teli, küzdelmes életét. Labor után ifjúsági klubokba jártak, söröztek, szívták a szörnyű cigiket, és titokban, kopott lemezekről tiltott, bűnös nyugati zenét hallgattak. Volt a társaságban egy műegyetemista srác is. A neve vagy nem hangzott el, vagy az én emlékezetem kopott meg (hisz a 90-es években magam is a fiatal kutatók küzdelmes és önpusztító életét éltem). A srác a klubokban a lányoknak a „felfedezésével” hengegett. Egy spéci gyufával, amit elfújás után újra és újra meg lehet gyújtani. Recseggve szólt a tiltott szving és dzsessz a romos Budapest dohányfüstös, rosszul világított kiskocsmáiban, és a gyufa újra meg újra lángra lobbant.

Minden mesében van egy rész, amikor elkezdődnek az igazi szörnyűségek.

...és élvezik, és csillogó szemmel várják.

A mi történetünkben sincs ez másként. Az élet egyre elviselhetlenebb lett, a nélkülözés, kirekesztés, ostobaság, eszetlen harciasság eluralta az egyetemeket és a mindennapokat. Aztán 56-ban robbant a felgyúlt feszültség. A fagyos őszben pár napig azt hittük, hogy a diákok kivívnak egy emberi életet, de nem így történt. Kemény megtorlás következett, az utcákon halottak hevertek és tankok tocsogtak a patakvérben...



...de legalább figyelnek a kis dögök. Meg talán a NER-nek is feltűnik, hogy milyen ügyesen csempésztem a karácsonyi mesébe a vonalas '56-os tematikát. Kis szerencsével Kálomista bejelentkezik a filmjogokért...

...és aki tehetne, elmenekült. Migránsok ezrei lépték át a határt Sopronnál egyetlen bőrönddel és egy jobb élet reményével. A mi gyufás barátunk nem így tett: becsöngetett feleségével (ilyen menő gyufával naná, hogy becsajozott) a Svéd Nagykövetségre. Bemutatta a találmányát, és felajánlotta Svédországnak. A nagykövet értette, hogy honnan jön az adóbevétel, így pár nap múlva mindketten diplomataútlevelel a zsebükben kényelmesen, repülőn elhagyták az országot.

Azóta se hallottunk róluk, és a többször használatos gyufáról sem.

Ott, a szabad szellemű 90-es évek nyáréjjelén az oly hosszan áhított szabadság hajnalán fiatalemberként teljesen lenyűgözött ez a történet. Akkor és később is próbáltam további részleteket megtudni erről a furcsa „pesti srácról”, aki a vicces felfedezésének köszönhetően élte túl a forradalom napjait. Sajnos teifelesszájú TDK-s hallgatóként végesek voltak a lehetőségeim. Nagybátyám, aki vegyészmérnök hallgató volt '56-ban, és maga is elmenekült (Svédországba, hova máshova) nem hallott az örökgyufáról. Idős professzoraim közül sem emlékezett senki a „gyufás egyetemistára”. Minden erőfeszítés hiábavalónak tűnt.

Piomán ifjúkoromban, miközben a pirotechnika nemzetközi irodalmát tanulmányoztam, mindig reménykedtem, hogy valahol nyomára akadok annak az ifjú zseninek, aki az '56-os éjszakában a Svéd Követségen tűnt el. Nem találtam semmit. Ma sincs ez másként: nézzük meg a nagyon alapos „match” angol Wikipedia-oldalt! Semmi nem szerepel az „örökgyufáról”. Bizony, ez a tudás alighanem elveszett. Mindent nyomot eltüntetett a gaz multi.

Sok-sok évvel később, egy szakkollégiumi karácsonyon egy forraltbor mellett már én meséltem el a történetet. Illetve meséltem volna. Ugyanis villámcsapásként hasított belém a felismerés. Rájöttem, hogyan működik az örökgyufa. Ha valaki figyelmesen végigkövette a tűzgyújtás kétszáz évének történetét, akkor tulajdonképpen nem is olyan nehéz a titkot megfejteni.

Nincs lehetetlen. Az élet nagy kihívásaira kemény munkával általában végül megtaláljuk a megoldást. Ha odafigyeltek kémiaórán, sokat tanultok, sokat rágódtok a problémán, akkor nektek is sikerülhet.

...na most konkrétan hülyének néznek. Mondjuk, van némi igazságuk...

Az ilyen titkok megfejtése az, amiért a vegyész él. Legyen szó egy vicces gyufáról vagy egy bonyolult gyógyszer szintéziséről. Ha sikerül úrrá lenni a problémán, akkor egy pillanatra „megáll és ránk mosolyog a világ”. Akkor érezzük, hogy érdemes élnünk.

És akkor megértjük, hogy mi is a karácsonyi fény valódi üzenete.

...hát kábé meg is vagyunk. A keretes szerkezet is összejött, visszatértünk a „fény üzenetéhez”. Itt az idő: meggyújtom a gyertyát, elfújom a gyufát. Aztán meggyújtom újra.

Ez lett volna a karácsonyi kémikus-mese.

Sajnos napjainkban már alig használunk gyufát. Pedig ez az egyszerű eszköz nemcsak gyönyörűen szimbolizálja a tudás és a fény győzelmét a sötétség fölött, hanem a születése maga is egy ilyen győzelem. Egy ünnepi gyertya meggyújtása gyufával spirituális felidézése ennek a kétszáz éves történetnek. A küzdelmeknek, izalomnak, sikernek. Legyünk büszkék erre a varázslatos találmányra, és ne használjunk bűdös öngyújtót!

Az igazi sufni vegyész természetesen örökgyufát használ.

Szomorú dolog, hogy a svéd gyufaipar végül elsüllyesztette a találmányt? Talán nem is. Hiszen csak így születhetett meg ez az izgalmas karácsonyi kémiafeladvány.

Sufni vegyészeink alighanem már rájöttek, hogy miként készül az örökgyufa. Talán már csinálják is.

Ha igen, akkor olvassanak tovább nyugodtan. Ha nem, akkor csukják be a magazint, és vívódjanak pár napig. Sikerülni fog!

Az átverés abban rejlik, hogy „gyufa” alatt az ember egy dörzsgyulladó fejjel ellátott fapálcikára gondol. Az ilyen eszköz persze sose lesz többlövetű. A meggyújtáshoz szükséges a fej, ami begyújtja a fapálcát. A fapálca viszont elhagyható, helyette sok minden más is éghet. Akár a dörzsgyulladó fejet alkotó pirotechnikai elegy is. Magyarul, ha csinálunk egy "gyufát", ami csak fejből áll, akkor megoldottuk a problémát.

Ismerünk olyan, stabil lángot adó pirotechnikai elegyet, amiben  $\text{KClO}_3$  az oxidálószer (hisz az egy „hagyományos” dörzsfelületen meggyullad)? Naná. Az összes régi színes láng keveréknek\* ez a lényege, például: kb.

---

\* A recept Ronald Lancaster *Fireworks, Principles and Practice* című briliáns könyvéből származik. Talán ez a valaha írt legjobb könyv a tűzijátékokról. Érdemes elolvasni. A fiatalok tüzeskedés iránti lelkesedése természetes dolog. Egy ilyen könyv segít abban,

70%  $\text{KClO}_3$ , 15% színképző (pl.  $\text{SrCO}_3$ ), 10% acaroid-gyanta és 5% kötőanyag (pl. keményítő). Az acaroid-gyanta egy olcsó, ausztrál eredetű sárgászöld gyanta, amit előszeretettel használtak régi idők tűzijátékkesztői. Ma a könnyebben beszerezhető sellakkal lehet helyettesíteni.

De hogyan lesz ebből gyufa? Például így: 40 g  $\text{KClO}_3$ -t finom porrá őrölünk. Egy másik mozsárban nagyon finoman eldörzsölünk 3 g  $\text{CaCO}_3$ -t, 1 g kénport, és 0,2 g faszénport. Ne felejtjük Lavoisier tapasztalatát az esonne-i lőpormalomban! A kén felülete valamennyire mindig savas, hisz baktériumok élnek rajta, amik a kén oxidációjából nyerik az energiát. A klorátos elegyek pedig savérzékenyek, hisz a rettentően oxidatív  $\text{ClO}_2$  fejlődik sav hatására. Így működtek a kénsavba mártogatott gyufák is. Tehát (ha a tiltások ellenére) klorátos kénes elegyet készítünk, akkor nagyon fontos valamiféle bázikus stabilizátort használunk, most éppen a  $\text{CaCO}_3$ -ot. És természetesen sosem használhatunk közös mozsarat a klorát és a kén porítására. A kénpornak van még egy átka: nagyon jó szigetelő, így a dörzsölés hatására sztatikusan feltöltődhet, ami szikrát, és tüzet okozhat. A kis mennyiségű faszén arra szolgál, hogy vezetővé tegye az elegyet, ezzel meggátolva a feltöltődést. Sose őröljük ként magában, nedvesítsük, vagy adjunk hozzá szenet!

A klorátot és a kénes elegyet egy szita segítségével homogenizáljuk. 6 g sellakot melegítés közben feloldunk 50 ml hexánban vagy benzinben. A porelegyhez hozzákeverjük a sellakoldatot, és (gumikesztyűben) egy téstaszzerű masszává gyúrjuk. Egy szilikonlapon két hurkapálca között kisodorjuk a masszánkat (így olyan vastag lapot kapunk, mint a hurkapálcák). A lapot ezután egy vonalzó és szike segítségével 2 mm-es csíkokra metéljük.

Benzin, kén-klorát elegy, ugye mondani sem kell, hogy a szokásosnál jóval veszélyesebb anyaggal dolgozunk. A munkát szabadon, éghető anyagoktól távol, ugrásra készen, és csak kis mennyiségű anyaggal végezzük.

---

hogy az agyatlan pancsolás helyett hasznos és előremutató módon pirózzunk, és persze hatalmas segítséget nyújt abban, hogy túl is éljük.

Az így nyert pálcák 1-2 nap alatt keményre száradnak. Sajnos önmagukban nem elég erősek ahhoz, hogy gyufaként használjuk. Vékony selyempapírból

...amibe régen a kenyeret csomagolták. A mai fiataloknak már ez se mond semmit.

3-4 centi széles csíkokat vágunk, és ferdén haladva szorosan rátekerjük a pálcákra. Ha végeztünk, megcsavarjuk, így szorosan tart. Az így kapott rudakat benzines tömény sellakoldatba mártjuk, esetleg többször is. A sellak átítatja a papírt, és száradás után erős, kemény kis pálcikákat kapunk, ami már nem törik el egykönnyen. A rudak egyik végét a szikénk segítségével hegyezzük ki, hogy szabadon legyen a klorátos mag. Ne feledjük: az elegyünk dörzsérzékeny, a hegyezést ne a szénapadláson végezzük. Ha egy gyufásdoboz oldalához dörzsöljük a kihegyezett pálcát, akkor az elegy meggyullad, és a pálcikánk szép lilás lánggal égni kezd.

Nos igen, elfújni nem épp könnyű. Az erős, gyors fújás helyett a lassú, de hosszan tartó jelenti általában a megoldást. A piro-elegyek eloltása sokkal komolyabb kihívás, mint egy sima fapálcáé. Az elfújtt örökgyufánk közepén bizony jól látható a klorátos elegy. Nem meglepő módon, ha az eloltott gyufát ismét a dobozhoz dörzsöljük, akkor újra meg is gyullad.

Az ötlet tehát bevált! Már csak egy kis finomhangolásra van szükség. Például fontos, hogy a külső, sellakos bevonat elég vastag legyen. Ez a réteg nem pirotechnikai elegy, így könnyebb elfújni. És úgy tűnik, az olvadt sellak segít a mag égését kioltani. Keressük meg a legjobban működő változatot! Egy-két nap munkával olyan gyufánk lesz, ami nemcsak a csajozásnál segít, de – ha jönnek a rossz napok – a migránskodásnál is elengedhetetlen.

Egy igazi krónikás nem áldozza fel a jó sztorit az igazság oltárán.

...csak hát az a nyomorult szakmai alázat. Jöjjön a fájó igazság! Pár éve Herbert Ellern zseniális művének (*Military and Civilian Pyrotechnics*, 1968) olvasásakor végül megtaláltam az örökgyufát. Szerinte (72. o.) két magyar, Zoltán Földi és Rezső König fedezték fel 1934-ben, és „eternal match”-nek nevezték. És persze meglettek a szabadalmak\* is, amelyeket eladtak (kinek másnak?) a jönköpíngi Svenska Tändsticks

---

\* Lajstromszámok: 114163 (1932), 114164 (1932), 108188 (1932), 108056 (1932), 113358 (1933), 115360 (1933) A szabadalmak kereshetőek és letölthetőek az [epub.hpo.hu/e-kutatas](http://epub.hpo.hu/e-kutatas) oldalról. Érdemes ezeket a szabadalmakat végigböngészni. Bár a nyelvzete nehézkes (a szabadalom jogi, és nem műszaki szöveg), jól látni, hogy mik az alapvető problémák a találmánnyal, és azokat hogyan próbálták megoldani.

Aktiebolaget-nek. Meg az is kiderült, hogy az örökgyufa már korábban is létezett, az első szabadalmat az osztrák Ferdinand Ringier 1928 májusában jelentette\*\* be.

Életemben másodszor éltem át a „nem-is-létezik-télapó” traumát.

Hogy lehet ilyen kegyetlen a világ? A történetbeli '56-os laza pesti srác valójában a híres vegyész-gyógyszerkutató Földi Zoltán, a Chinoi vezérigazgatója, kutatási vezetője, egyetemi tanár, Kossuth-díjas akadémikusunk? A szabadalmát már a '30-as években eladta, ráadásul pont a Gyufakirálynak?

Vegyünk egy mély levegőt, legyünk erősek, és nézzük, mit tanítanak nekünk ezek a szabadalmak. Ringier megoldása hasonlít a miénkre. Kén és klorát elegyéhez sok, jól égő szerves anyagot (nitrocellulózt, acetilcellulózt, és kámfort) ad. A hexametilén-tetramin égése során sok gáz fejlődik, ezáltal „hűti” a lángot, így alighanem az elfújást segíti. A szabadalom szerint vékony rudakat (gyufaszzerűen) készít, amit kézben, vagy egy „töltőceruza”-szerű fémtokban használ.

Földiék megoldása más: ők egy vastagabb, ceruzaszerű eszközt készítettek, aminek a magja volt a hagyományos, klorátos gyújtóelegy, a külsejét pedig a kis lánggal égő metaldehid (az acetaldehid tetramerje) alkotja. Ez a gyufa sokszáz alkalommal meggyújtható volt. Ezért a svéd gyufagyár menedzsmentje jogosan látta veszélyesnek az ötletet az üzletükre: a városi legenda szerint igen sokat fizettek a két feltalálónak.

A mi megoldásunk a két megközelítés keveréke volt. A mag anyaga Földiére hasonlított, de a „köpeny” rész sokkal vékonyabb volt. Megjelenésében a Ringier-gyufához állt közelebb. Persze mi egy jópofa, meglepő varázsgyufát akartunk készíteni, nem egy sok százszor meggyújtható valamit...

Szekerke tanárnő történetében szereplő srác nyilván nem lehetett Földi professzor. De egy vastag ceruzára vagy ajakrúzsra emlékeztető dolgot sem nevezne senki sem gyufának, pedig tanárnő látta, és sokat nyaggattam, hogy mondja el pontosan milyen volt. Meg a háború után a feldúlt könyvtárakban nem volt olyan könnyű szabadalmak között keresgélni, mint napjainkban. Meg Földi szabadalmát alaposan el is titkolták, aligha volt közismert a dolog. Talán mégiscsak létezett a Műegyetemen egy vegyész, aki – bár nem a világon először – de felfedezte az örökgyufát. Éppen úgy, ahogy most mi is.

A Wikipedia egy gondos szerkesztője Földi és König találmányát beleírta a magyar és a német „gyufa” szócikkekbe. Ha ma keresném az örökgyufát, hamar nyomára akadnék. Szerencsére nem tudtam a dologról, így megadatott a lehetőség, hogy magamtól jöjjek rá.

Karácsonykor, gyertyagyújtáskor álljunk meg egy pillanatra. Felejtjük el a bevásárlás-őrületet, hülye Bélákat, gyilkos indulatokat, gyereksírást, halbelelést, és jusson eszünkbe a „fénygyújtás” története, esetleg ez a fordulatos (és itt-ott igaz) karácsonyi mese.

---

\*\* AT AT120172B, CH145458A, DK43099C, US1903838A és még sok más nemzeti oltalom. A google patents oldalon keresztül elérhető.

Botlik Bence Béla, Debreczeni Dorina, Forman Ferenc

## A kristálytérelmélet alkalmazása az oktatásban

### A Nemzetközi Kémiai Torna egyik feladatának bemutatása

A Nemzetközi Kémiai Torna (International Chemistry Tournament) egy középiskolásoknak szóló angol nyelvű tudományos vitaverseny, melyen a versenyzőknek 12 nyílt végű kémiai problémára kell megoldást találniuk, illetve a megoldásaikat a versenyen előadni, és a többi csapat kritikájára reflektálni (a Tornáról az előző szám Versenyhíradó rovatában olvashatók további részletek). Cikkünkben az idei verseny egyik feladatáról, a feladatra az egyik magyar csapat által adott megoldásról, és annak a középiskolai kémiaoktatásban való felhasználhatóságáról értekezünk. A feladat szövege magyarra fordítva így szól:

*„A ligandumok spektrokémiai sora egy olyan lista, melyen a ligandumok aszerint vannak sorba állítva, hogy a komplexeikben mekkora d-pálya-felhasadást (kristálytér-felhasadást) okoznak. A különböző komplexekben tapasztalt felhasadás eltérő mértéke azt eredményezi, hogy a komplexek színe eltérő lesz. Példaként említve, a jodidion egy kis felhasadást okozó gyenge terű ligandum, míg a cianidion egy nagy felhasadást okozó, erős terű ligandum. Javasolj egy olyan kísérletet, amely középiskolás diákok által 90 perc alatt elvégezhető, a kivitelezése olcsó, és legalább négy ligandum felhasználásának segítségével illusztrálja a ligandumok spektrokémiai sorát! Elemezd, hogy vajon helytálló-e a ligandumok erősségének összehasonlítása a vizsgált komplexekben!”* (A teljes idei feladatsor angol nyelven megtalálható az alábbi linken: <http://ichto.org/en/problems/>.)

Azért ezt a feladatot választottuk bemutatásra, mert kiváló lehetőséget biztosít a középiskolai és egyetemi kémia tananyag összekapcsolására, számos gyakorlati készség és képesség fejlesztésére, illetve jó néhány olyan téma érintőleges bemutatására, amelyek nincsenek benne a középiskolai tananyagban, azonban az érdeklődő diákok számára hasznos lehet az ismeretük. Az alábbiakban azt kívánjuk demonstrálni, hogy – elsősorban kémia tagozatos, végzős diákok számára – szakköri szinten az elméletnek helye van a középiskolai oktatásban.

A kristálytérelmélet egy roppant egyszerű alapfeltevésekre épülő, ám annál hasznosabb elmélet az átmenetifém-komplexek tulajdonságainak leírására. Az elmélet, a részletesebb megértést kínáló ligandumtér-elmélettel együtt, egyetemi szinten számos téma kapcsán előkerül (molekuláris szimmetria, kötéselmélet, átmenetifémek kémiája, ritkaföldfémek kémiája, spektroszkópiai eljárások), azonban a középiskolai oktatásból méltánytalanul kimarad.

A modell legnagyobb előnye abban rejlik, hogy egyszerűsége ellenére is gyakran meglepően pontos eredményeket ad, és kézzelfogható módon magyarázza meg az átmenetifém-komplexek számos jellemzőjét, például színét, mágneses tulajdonságait, illetve elektronszerkezetét. A modellről Lázár István részletes, középiskolások számára is könnyen érthető összefoglalója az alábbi linken olvasható: <http://www.chem.science.unideb.hu/Oktatas/TKBE0201/TKBE0201krist.pdf>

A problémára az alábbi megoldást készítette az egyik magyar csapat (Hungarian Team Red):

**A megoldás megközelítése** – Elkészítjük egy átmenetifémion négy különböző komplexének vizes oldatát, majd az oldatok színe alapján megállapítjuk a komplementer színüket. A komplementer színhez tartozó fény hullámhosszát megbecsülve kiszámítjuk az elnyelt foton energiáját, amely megegyezik a komplexben tapasztalható kristálytérfelhasadás ( $\Delta$ ) értékével. Ez alapján pedig a négy ligandumot a megfelelő spektrokémiai sorrendbe állítjuk.

**A választott megoldás indoklása** – Egy 3d fémiont kell választanunk, mivel ezek toxicitása viszonylag alacsony, és megtalálhatóak középiskolai laborokban. Lehetőleg  $3d^{1-3}$  vagy  $3d^{8-9}$  elektronkonfigurációjú iont kell választanunk, mert ebben az esetben az alacsony és magas spinszámú konfigurációk között nincs különbség, valamint négy különböző ligandumot, melyek komplexei a fémionnal azonos geometriájú komplexeket alkotnak, és standard körülmények között vizes oldatban stabilak. Kritérium még, hogy szabad szemmel is könnyű legyen megkülönböztetni a komplexek színeit, hiszen a középiskolás diákok számára csakis így kivitelezhető a kísérlet (spektrofotométer hiányában).

Az általunk talált négy nikkell(II)-komplex eleget tesz a feladat minden kritériumának: a nikkell(II)-hexaakva, hexaammin, etilén-diamin (en) és a 2,2'-bipiridin (bipy) komplexei meglehetősen nagy stabilitási állandóval és jól megkülönböztethető, élénk színekkel rendelkeznek. A

komplexek azonos elektronkonfigurációval ( $d^8$ ) és geometriával (oktaéderez) rendelkeznek. A kísérlet viszonylag olcsó, egy diák részére kb. 800 forintba kerül (pillanatnyi árakon számolva, a legkisebb kiszereleket megvásárolva).

**Kísérlet** – A későbbi ellenőrzés céljából a lemérendő oktaéderez komplexek várható színét és abszorpciós maximumát irodalmi adatok alapján feljegyeztük.

### 1. A komplexek szintézise

Komplex	$\Delta / \text{cm}^{-1}$	Elyelt fény hullámhossza	Komplex színe	Komplex-stabilitási állandó ( $\log \beta$ )
$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	13800	720 nm	világoszöld	–
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	17500	570 nm	sötétkék	8,7
$[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$	18300	545 nm	sötétlila	18,0
$[\text{Ni}(\text{bipy})_3]^{2+}$	19200	520 nm	vörös	20,13

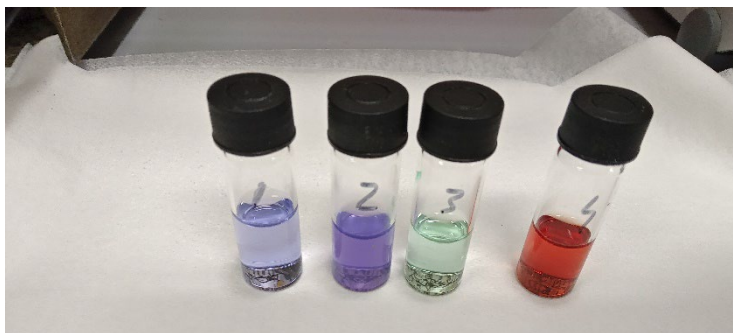
### Szükséges anyagok és eszközök egy diák számára:

- 1 g  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- 3 ml cc.  $\text{NH}_3$  oldat
- 8 ml etanol
- 1,74 g 2,2'-bipiridin
- 0,2 ml etilén-diamin
- desztillált víz
- 4 kémcső
- a biztonságos kísérlethez: kesztyű, védőszemüveg, laboratóriumi köpeny, elszívófülke, laborbiztonsági úrlap



## Leírás

1.  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  oldat: egy kémcsőben 15 ml desztillált vízben feloldunk 0,24 g (1,0 mmol, 1,00 ekvivalens) nikkell-kloridot kristályvizes só formájában ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), majd cseppenként hozzáadunk 3 ml (60,0 mmol, 60,0 ekv.) tömény ammóniaoldatot.
2.  $[\text{Ni}(\text{en})_3]\text{Cl}_2$  oldat: egy kémcsőben 17,8 ml desztillált vízben feloldunk 0,24 g (1,0 mmol, 1,0 ekv.) nikkell-kloridot kristályvizes só formájában ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), majd hozzáadunk 0,2 ml (3,0 mmol, 3,0 ekv.) etilén-diamint. Az etilén-diaminnal végzett munka során a toxicitása miatt fokozott elővigyázatosság szükséges.
3.  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$  oldat: egy kémcsőben 18 ml desztillált vízben feloldunk 0,24 g (1,0 mmol, 1,0 ekv.) nikkell-kloridot kristályvizes só formájában ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).
4.  $[\text{Ni}(\text{bipy})_3]\text{Cl}_2$  oldat: egy kémcsőben 10 ml desztillált vízben feloldunk 0,24 g (1,0 mmol, 1,00 ekv.) nikkell-kloridot kristályvizes só formájában ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). 8 ml etanolban feloldunk 0,87 g 2,2'-bipiridint (5,5 mmol, 5,5 ekv.), majd cseppenként, folyamatos keverés közben hozzáadjuk a nikkell-klorid vizes oldatához. A reakció előrehaladtával megfigyelhető a  $[\text{Ni}(\text{bipy})(\text{H}_2\text{O})_4]$  lila, valamint a  $[\text{Ni}(\text{bipy})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  kék színe is, a vörös szín gyorsabb eléréséhez a minta megmelegíthető. A bipiridinnel végzett munka során a toxicitása miatt fokozott elővigyázatosság szükséges.



1. ábra. Az elkészített oldatok

## 2. Mérés és számolás

Egy komplex színének komplementere a d-d gerjesztés során elnyelt fény színe. A komplex színe alapján így megállapítjuk annak komplementer színét, és megbecsüljük a komplementer fényhez tartozó hozzávetőleges hullámhosszt. A komplementer hullámhossz alapján pedig meghatározzuk az egyes komplexekhez tartozó kristálytérfelhasadás értékeket az alábbi képlet alapján:

$$\frac{\Delta}{\text{cm}^{-1}} = \frac{1}{\text{hullámhossz/nm}} \times 10^7$$

Alternatív megoldásként, az elnyelési maximumok spektrofotométerrel is meghatározhatóak.

Komplex	Komplex színe	Komplementer hullámhossz	Számolt $\Delta / \text{cm}^{-1}$
$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	világoszöld	721 nm	13860
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	sötétkék	575 nm	17380
$[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$	sötétlila	543 nm	18400
$[\text{Ni}(\text{bipy})_3]^{2+}$	vörös	521 nm	19190

$$13860 < 17380 < 18400 < 19190$$

$$\text{H}_2\text{O} < \text{NH}_3 < \text{en} < \text{bipy}$$

2. ábra. A mérés alapján kapott ligandumerősségi sor

A mérés eredménye alapján elkészített ligandumerősségi sor megfelel az elméleti várakozásoknak (**2. ábra**)

## 3. Értékelés

Lehetséges kérdések a tanulók számára a kísérleti terv készítéséhez, módosításához: Mennyire voltak megkülönböztethetőek szabad szemmel a különböző színű oldatok? Hígítással/töményítéssel mennyivel jobban látható a szín? Milyen koncentráció az optimális? Mennyi időt

vett igénybe az egész kísérlet? Mely oldatokban találhatóak még biztosan más komplexspeciesszek is? Milyen ligandumokat lehetne használni az etilén-diamin és a 2,2'-bipiridin helyett? [Ha spektrofotométer is rendelkezésre áll: Mekkora térfogatú oldatok szükségesek a méréshez? Egyeztek a mért abszorpciós maximumok a kiszámolt adatokkal?]

#### 4. Konklúzió

A kapott mérési és számolt eredmények az irodalmi adatoknak megfelelnek. Ugyanolyan koncentrációjú oldatokat készítettünk a négy komplexből, és megállapítottuk, hogy ezek kevesebb, mint 90 perc alatt elkészíthetők, és szabad szemmel jól megkülönböztethetők, tehát középiskolai laboratóriumban a kísérlet viszonylag alacsony költséggel kivitelezhető. A mérés eredménye megfelel a várakozásoknak.

Amennyiben szakköri keretek között a leírt kísérletünk megvalósításra kerül, a fenti elméleti összefoglaló önálló feldolgozása és megértése a diákok által egy fontos kompetenciát fejleszt, az addig a tanuló számára ismeretlen területek és tudományos modellek önálló megismerését és alapszintű elsajátítását. Ezen felül számos készség elsajátítására is alkalmas lehet a gyakorlat, ezek közé tartozik a kísérleti leírások általános formátumának megismerése, a kísérlet előkészítése, pontos és gyors gyakorlati kivitelezése, a szerves és szervetlen reagensek alkalmazásával kapcsolatos veszélyek megismerése, és a biztonsági előírások gyakorlati alkalmazása (a szerves reagensek miatt laborköpeny, védőkesztyűk és védőszemüveg, illetve lehetőleg elszívófülke alkalmazása szükséges). Az eredmények önálló feldolgozása, kritikai elemzése és összevetése a szakirodalomban leírt ismeretekkel egy hasonlóan eredményes feladat lehet a tanulók számára, amely a szakirodalomban való hatékony keresés fontosságával is megismerteti őket. Elmondható továbbá, hogy a modell ismerete az egyetemi tanulmányok során is nagy előnyt jelenthet.

A kísérlet különböző fázisai számos elméleti területhez kapcsolódnak, ahol azok a korábbi tanulmányokat figyelembe véve ismételhetőek és kiegészíthetőek, illetve az új ismeretek bevezethetőek a tanulók tudásrendszerébe. A komplexek színével kapcsolatban szó lehet a fény által alacsonyabb energiaszintről magasabbra gerjesztett elektronnak a fény energiájával való kapcsolatáról, a fény kvantáltságáról. Az elnyeléssel kapcsolatban beszélni lehet a színről és komplementer színről,

abszorbanciáról, illetve az elnyelési maximumról és ennek a komplex színével való kapcsolatáról. A feladat szövegének utolsó mondatával kapcsolatban érintőlegesen szó lehet az átmenetifém-komplexek lehetséges geometriáiról, a komplexekben előforduló izomériatípusokról, a komplexképződési állandókról, a vizes fázisokban zajló kémiai egyensúlyokról, és általánosságban az átmenetifém-komplexek széleskörű előfordulásáról, tulajdonságairól.

Amennyiben az elmélet tanári segítséggel együtt közösen feldolgozható, úgy a diákok számára kiadható feladat egy saját (alternatív) kísérlet megtervezése a probléma megoldására, a fenti kísérletleírásban említett szempontrendszer és gondolatmenet alapján, az átmenetifém-komplexek irodalmának felhasználásával. Ez a feladat kiemelkedő mértékben fejlesztheti a diákok azon készségét, hogy egy meghatározott célú kísérletet megtervezzenek, arra egy átlátható és részletes kísérleti tervet készítsenek. Véleményünk szerint az ilyen, projektközpontú oktatás az elsajátítható tudásanyag sokszínűsége miatt rendkívül hasznos a természettudományos tanulmányok során, ráadásul remek lehetőséget biztosít a tanulóknak az önálló gondolkozásra, kreativitásuk kibontakoztatására, és a sikerélmény löketet adhat a tudományos pálya irányába is. A megszerzett tapasztalatok pedig előnyt biztosíthatnak az önálló kutatások kezdetekor.

## Mi lett belőled ifjú vegyész?

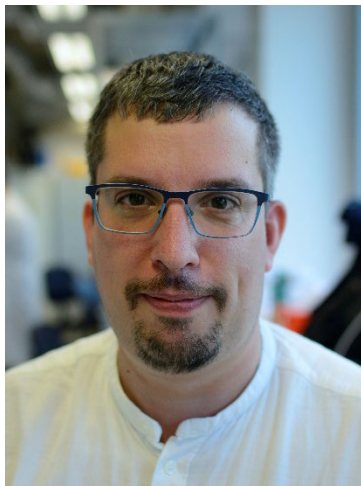
### Varga Szilárd, tudományos munkatárs, ELKH TTK

*Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?*

1999-ben kezdtem el versenyezni, amikor is az Irinyi-versenyen országos 9. helyezést értem el. 2001-ben az OKTV-n első helyezett voltam, és ugyanebben az évben Mumbaiban ezüstérmet szereztem a kémiai diákolimpián.

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

A szentgotthárdi Vörösmarty Mihály Gimnáziumban végeztem, ahol Erős Klára és Wagner Gabriella voltak a kémiatanáraim, akik amellet, hogy a kémiát megszerettették velem, sokat segítettek tudásom bővítésében mind szakkönyvekkel, mind az iskolai szertárhoz való hozzáférésemmel. A célirányos versenyfelkészülésben sokat segített Hajós István is, aki megyei szaktanácsadóként koordinálta a tehetséggondozó szakkört. Mindhármuknak jelentős szerepe volt abban, hogy a mai napig kémiával és kémiai tehetséggondozással is foglalkozom, és ezért nagyon hálás vagyok nekik.



*Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?*

Gimnáziumi éveim alatt már korán elköteleződtem a természettudományok és a matematika iránt. Sokáig kémia-fizika szakos tanár szerettem volna lenni, majd az utolsó két gimnáziumi évemben részt vettem az olimpiai előkészítő táborokban, ami véglegesen a kutatói pálya és a szerves kémia irányába terelt.

*Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?*

Igen, és rendszeres beküldője voltam Maleczkiné Szeness Márta feladatsorainak.

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

Bár a versenyeken elért eredmények közvetlenül nem, de közvetve az olimpiai előkészítő táborokon keresztül segítettek ebben, sőt, az egyetem kiválasztásában is döntő szerepük volt. Ezért kezdtem meg tanulmányaimat az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Továbbá a versenyeken kötöttem olyan barátságokat, amelyek mind a mai napig fontosak számomra.

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

Vegyészként végeztem, és az ELKH TTK Szerves Kémiai Intézetének tudományos munkatársaként dolgozom. Így maradtam a középiskola végén megszeretett szerves kémiai kutatásoknál és a kémiai kísérletek világában. A mindennapi kutató munka mellett, amely során doktorandusz és egyetemi hallgatókkal dolgozom együtt, fontosnak tartom a tehetséggondozást és oktatást is. Aktívan részt veszek a diákolimpiai csapat felkészítésében és az OKTV bizottság munkájában is, mindamelllett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen elméleti szerves kémiát és heterociklusos kémiát oktatok.

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

Számos meghatározó kutatóra és oktatóra tekintek példaképként. Az ő tudományos szemléletükből, szakmai igényességükből, vagy éppen a munkatársaikkal ápolt viszonyukból próbálok ellesni fortélyokat és azokat a személyiségemnek megfelelően beépíteni mindennapi gondolkodásomba.

*Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?*

A kémiával való foglalkozás, a tanulmányaik során, de az életben is őrizzék meg mindig a kritikus gondolkodásukat és ne fogadjanak el semmit, ami szerintük nem igaz vagy nem megalapozott.

*Mi a hobbid - a kémián kívül?*

Ha az ember kutató, akkor a kutatása a hobbija is, de emellett próbálok minél több időt tölteni a családommal is. Szerencsére van egy közös hobbink is, ami különböző logikai játékok kitalálása és megoldása, mind zárt, mind szabadtéren.

## Mestersége kémiantanár – Dobóné dr. Tarai Éva

### *Bemutakozás*

Egerben születtem és nőttem fel. Bár egyetemre már Debrecenben jártam, és a végzés óta Budapesten élek, Eger a mai napig nagyon sokat jelent számomra. Sajnos a szüleim már nem élnek, de amikor Egerbe utazom, mindig elfog a hazaérkezés érzése. Nagyon szép, kiegyensúlyozott gyerekkorom volt. Bár szerény körülmények között éltünk, szép emlékeket őrzök azokból az időkből.

Annak ellenére, hogy sem a szűkebb családban, sem a kiterjedt rokonságban nem voltak pedagógus őseim, mégis amióta visszaemlékszem, mindig tanár akartam lenni. Az otthoni környezet, szüleim tiszta és egyértelmű nevelési elvei, tisztességük, a jól elvégzett munka tisztelete és elvárása biztos alapokat nyújtottak egész életemben és a pályám során is.

Az általános iskola elvégzése után az egri Gárdonyi Géza Gimnázium kémia-biológia tagozatos osztályába jártam, és ott érettségiztem 1979-ben, majd a Kossuth Lajos Tudományegyetem kémia-biológia szakán diplomáztam 1984-ben. Az egyetemi évek alatt ismerkedtem meg későbbi férjemmel, akivel még a végzésünk előtti évben összeházasodtunk. Azóta két fiunk született, mára már mindketten felnőttek, egyikük családot is alapított, és egyelőre egy unokánk született. A diploma kézhezvétele óta eltelt 37 évben először általános iskolákban tanítottam mindkét szakomat, majd 2009 óta, mióta a budapesti Berzsényi Dániel Gimnáziumban tanítok, már csak kémiát.

Szerencsés vagyok, mert gyakorlatilag a közoktatás teljes spektrumában kipróbálhattam magam. A hagyományos általános iskolai kémia-oktatáson kívül tanítottam integrált osztályokban közép-súlyos értelmi fogyatékos és SNI-s gyerekeket két tanáros modell szerint, fejlesztő pedagógussal, egyedi tanterv alapján. Más szintű és más jellegű tanári



képességeket igényel humán-, nyelvi, speciális matematika- és kémia-biológia tagozatos osztályokat tanítani a Berzsenyi Dániel Gimnáziumban. Részt vettem a tanárképzésben is. Több mint 10 évig voltam vezetőtanár az ELTE Főiskolai Karán biológiából. Mindegyik tevékenységet nagyon szerettem, és megadatottnak éreztem, hogy a mai napig reggelenként örömmel indulok el az iskolába.

Közben 2009-ben PhD fokozatot szereztem a Debreceni Egyetem Kémia Doktori Iskolájában. Kutatási témám a természettudományos, ezen belül a kémiai fogalmak megértésének nehézségei és a kémiai tévképzetek kialakulásának okai és körülményei. Jelenleg, mint második ciklusát töltő kutatótanár is ezen a témán dolgozom. Sajnos, más szempontból pedig szerencsére, bőven van még kutatnivaló ezen a területen.

Az évek során szakmai elismeréseket is kaptam, időrendben felsorolva: 1987: Miniszteri dicséret; 2004: Az év pedagógusa (Budapest XIII. kerület), 2016: Az év pedagógusa (Budapest XIII. kerület), 2018: Pedagógus Kutatói Pályadíj (Magyar Tudományos Akadémia), 2020: Rátz Tanár úr életműdíj.

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

Szabálykövető diák voltam, nem sok gondot okoztam a tanárainknak. Igyekeztem a feladataimat időben és a tőlem telhető legjobban elvégezni. És ez általában sikerült is.

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

Ahogy már említettem, mindig is tanár szerettem volna lenni. Az első pillanattól kezdve elvárásolt az iskolai élet, még a nehézségeire, árnyoldalaira is úgy tekintettem, mint szükséges rosszra. Diákként először a kémiai kísérletek látványa és érdekessége fogott meg. Aztán hamarosan kiderült, hogy ennél sokkal izgalmasabb az a belső rendszer, ahogyan az anyagi világ működik, mindennek megvan a maga helye és szerepe és az, hogy hogyan épülnek egymásra az egyes szintek vagy következnek egymásból a folyamatok.

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



Nekem mindig a kémia volt a nagy szerelem. Az egyetemen azt tanultam meg, hogy minél többet tudsz kémiából, annál inkább rájössz, hogy a megismerni valók ahelyett, hogy ugyanilyen arányban csökkennének, inkább gyarapodnak. A mai napig lelkesít ez a felismerés. A megszerzett sok ismeretből szerettem volna minél többet átadni a diákoknak.

Frissen végzett középiskolai tanárként a kémia tudományok közötti „felsőbbrendűségének” hitében lebegve hideg zuhanyként ért a felismerés, hogy egy Budapest határában lévő általános iskola hetedik osztályában, ahol a szülők egy részének még nyolc általános iskolai végzettsége sem volt, a diákok nem feltétlenül osztoztak a lelkesedésemben. Az ő horizontjukon – érthetően – sokkal hangsúlyosabban szerepelt az aznapi vacsora vagy hogy kap-e végre ő is új cipőt vagy a negyedik bátyjától levett jut csak neki. Eltelt egy kis idő, amíg megértettem, hogy lehet, hogy én kémiát szeretnék nekik tanítani, de van számos olyan dolog (köszönés, tolerancia, vitatkozás kultúra, alapvető illemszabályok, higiénia), amit ha mi nem tanítunk meg az iskolában, nincs más, akitől megtanulhatnak. Kemény lecke volt.

Még csak pár hete dolgoztam az első munkahelyemen, amikor megjelent a szakfelügyelő. Megnézett néhány órát, elbeszélgettünk róluk – kedves és segítőkész volt egyébként és a kritikai megjegyzései is segítőkészendékúak – majd megírta az értékelését. Egyetlen kifejezésére most is emlékszem: „ígéretes tanáregyéniség”. Szerettem volna jó tanár lenni. Jiří Menzellel szólva: „Hát nem tudom...” De van még néhány évem a pályán.

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

Igazi, nagy tanáregyéniségek tanítottak. Általános iskolában Juhász Lajosné, Gizi néni szeretett meg velem a kémiát, és ezek után egyenes út vezetett a Gárdonyi kémia tagozata felé. A legendás hírű Irlanda Dezsőtől nemcsak kémiát tanulhattam, hanem emberséget, következetességet, a magas színvonalú szakmai teljesítmény elvárását saját magunktól és tanítványainktól. Szerettem remek humorérzékét, nyitottságát, hogy odafigyelt ránk és értette a problémáinkat. Már magam is kémiatanár voltam, amikor rájöttem, hogy mennyire naprakész, *cutting edge science*-ben részesültünk középiskolás korunkban. Dezső bácsi rendszeresen egyetemi oktatókat hívott meg a Gárdonyiba egy-egy délutáni előadásra. A gimnázium zsúfolásig telt nagytermében így hallgathattam már gimnazistaként Kajtár Márton, Furka Árpád vagy Pais István

előadásait vagy akár Jókai Anna regényrészleteit a szerző felolvasásában és magyarázataival fűszerezve. Biológiát Írlanda Dezsónétól, Jutka nénitől tanultam, és nem véletlen, hogy a kémia mellett biológia a másik szakom. Galló Lenkét, történelemtanárunkat kell még megemlítenem, mint meghatározó tanáregyéniséget, aki fizikai és főleg szellemi eleganciájával nyugtázott le bennünket.

*Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?*

Mindig mástól. Sok függ az osztály habitusától, a gyerekek életkorától, aktuális fáradsági szintjétől, a csillagok állásától. Nincs egyetlen recept. Lehet egy jól felépített órai magyarázat. Egy sikeresen megoldott probléma. Egy nehéz számítási feladat leküzdése. Mindenképpen kell hozzá a szellemi erőfeszítés. Hogy a diákok megélhessék, hogy átlépték a saját korlátaikat, fejlődtek valamiben. Nagyon szeretem azokat az órákat, amikor tapinthatóvá válik a csend, mindenki annyira benne van a problémában, olyan szellemi kapacitással dolgozik, hogy megszűnik minden más fontosnak lenni. Ritka pillanatok ezek, de volt néhány ilyen közös élményem a diákjaimmal.

*Őn szerint milyen a „jó” gyerek?*

Sokféle. Kíváncsi, mer kérdezni, nem fogad el semmi olyasmit megtanulandó tényként, amit nem értett meg. Kitartó, küzdő, vannak céljai, akarjon valamit elérni. Jó, ha ezek a kémiához kapcsolódnak, de fájó szívvel el tudom fogadni az ezen kívül eső törekvéseket is. Hihetetlenül tehetséges ifjú zenészek, irodalmárok, képzőművészek vagy sportolók vannak a tanítványaim között, és nagy tisztelettel tekintek rájuk. Szécsi Margittal parafrázálva: Úgy nézek a gyerekekre mindig, ahogy nézni csodára illik.

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

Szeretem a szerves kémiát tanítani. Az eleje bonyolultnak és nehéznek tűnik, később azonban összeáll a rendszer, megnyílik a csoda. Különösen az élet molekuláit (fehérjék, nukleinsavak) kedvelem, ahol a kémia és a biológia összeér.

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

Az előbb említett témakörből választanék.

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

Sok ilyen van. Ha csak egyet kell kiemelni, egy 2014. évi márciusi délutánt említenék, amikor az akkor tizedikes kémia tagozatos diákjaim közül ketten elém álltak és megkérdezték, hogy nincs-e kedvem „illegális kémiaórákat” tartani. Tagozatosként kevesellték a (akkor még) heti négy kémiaórájukat. Így alakult meg a Kémiai Önképzőkör, ami úgy tűnik hagyományteremtő lépés volt, mert a mai napig nagy az érdeklődés iránta. Itt nem csupán mindenféle kémiai kísérleteket végzünk, hanem olyan, akár hónapokig tartó projekteket futtatunk, amelyek során a gyerekek észrevétlenül megtanulják a kutatómódszertan minden lépését. Az már csak ráadás, hogy az önképzőköri munkákból számos hazai és nemzetközi siker született, versenyeredmények, konferencia előadások és diákpublikációk is.

*Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

Nem túl rózsásnak. Forró kérdés ez az utóbbi években, sokféle fórumon beszéltünk már róla, én is többször elmondtam, leírtam, ezzel kapcsolatos véleményemet. Aggódom, és nem látom különösebben optimistán a kémiaoktatás jövőjét.

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

Szívesen olvasok, zenét hallgatok, ha nincs járványügyi vészhelyzet, szerek komolyzenei koncertekre és képtárakba, galériákba járni. A modern festészet és a késő gótika, korai reneszánsz kori alkotások a kedvenceim. Régebben teljesítménytúráztam, most inkább csak a rövidebb természetjárásra van időm, lehetőleg a családtagjaimmal vagy a barátaimmal. Nagyon szeretek természetfotózni, és ha kicsiben is a parányi erkélyünkön, de kertészkedni.

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

Legyenek hitelesek, találják meg a saját módszereiket és adják önmagukat a tanítás során. Őrizzék meg a lelkesedésüket, kíváncsiságukat, szerszék a gyerekeket és a kémiát.

*Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?*

Semmilyen látványos célt nem tűztem ki magam elé. A tanítás során próbálok megfelelni a magasra állított belső mércémnek, megőrizni az optimizmusomat és megírni és befejezni azokat a szakmai anyagokat, amelyek különböző készségi fokon itt tornyosulnak az íróasztalomon.

Köszönöm, hogy lehetőséget kaptam mindezeket elmondani.

## GONDOLKODÓ



### Feladatok

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

A megoldásokat 2022. január 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

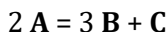
Budapest 112

Pf. 32

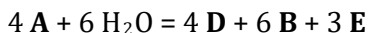
1518

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.

**K404.** Az **A** sárga színű, folyékony vegyület könnyen bomlik az alábbi egyenletnek megfelelően. Egy gázkeverék keletkezik, aminek a hidrogéngázhoz viszonyított relatív sűrűsége 30,125.



Az **A** vízzel magasabb hőmérsékleten reagálva is gyorsan elbomlik. Az alábbi reakciónak megfelelő sztöchiometriával reagáltatva a kapott három gáz keverékének hidrogéngázhoz viszonyított relatív sűrűsége 22,692 lesz.



A termékek keverékéből a **D** gáz savas oldatban oldódik, és a visszamaradó elegy hidrogéngázhoz viszonyított relatív sűrűsége 29,000. A **B** gáz bázisos oldatokban elnyelehető, de a **C** és **E** gázok gyakorlatilag nem oldódnak vizes oldatokban, akármilyen is a kémhatásuk.

*Milyen anyagokat jelölnek a betűk?*

(ukrán feladat)

**K405.** Egy gyógyfürdőben, melynek vize kénes, elvesztettük a 3,80 gramm tömegű ezüstmedálunkat. Az ezüst oxigén és kén-hidrogén együttes jelenlétében ezüst-szulfiddá alakul. Egy hét múlva szerencsésen megtaláltuk a láncot, majd fogkrémmel megpuoltuk. A tisztítás előtti tömege 3,90 g volt.

*Milyen színű volt a medál tisztítás előtt? Várhatóan mekkora lesz a medál tömege tisztítás után? A fogkrém mely szervetlen komponense(i) és hogyan hat(nak) a tisztítási folyamatban?*

(Borbás Réka)

**K406.** A kén tartalmú gyógyvizek jótékonyan hatnak a reumás, ízületi fájdalmak ellen. Ezek a gyógyvizek nem csak kén-hidrogént tartalmazhatnak, hanem karbonil-szulfidot (COS) is. Ez utóbbi igen jól szívódik fel a szervezetbe, ezáltal hatékonyabb. A karbonil-szulfidot először Than Károly írta le 1867-ben.

A karbonil-szulfid vízben kismértékben oldódik, 25 °C-on normál légköri nyomáson 1447 mg/dm<sup>3</sup> a telített oldat koncentrációja. Nagyobb nyomáson (pl. a Föld mélyén) megnő az oldhatósága. Így mikor a gyógyvizek forrásából a felszínre kerül, a karbonil-szulfid egy része gázként távozik a gyógyvízből, jellegzetes szaga kis koncentrációban is érezhető. Levegőn elbomlik, és ekkor a szén-diszulfid tipikus szaga is megjelenik.

Hosszan belélegezve már nem egészséges, az ajánlások szerint 8 óránál többet egy 5 ppm („parts per million” – azaz milliomodrész) COS-tartalmú levegőben nem célszerű eltölteni. Négy órát 850 ppm karbonil-szulfid-tartalmú levegőben töltve már halálos is lehet a hatása. A levegővel robbanó elegyet képez, az alsó robbanási határ kb. 12%.

a) *Ha a harkányi gyógyvíz 12 mg/dm<sup>3</sup> kéntartalmú, akkor mekkora lehet legfeljebb a karbonil-szulfid koncentrációja (feltételezve, hogy a harkányi gyógyvízben minden kén karbonil-szulfidként fordul elő)?*

Szeretnénk építeni egy barlang hatású fürdőt, melybe 30 °C-os harkányi gyógyvizet vezetnénk. A medence méretei: 12 méter hosszú, 8 méter széles, és 1,2 méter mély. Felette 1,5 méter magas légtér lenne.

A karbonil-szulfid parciális nyomása az oldat fölötti légtérben a  $c = 0,0207 \frac{\text{mol}}{\text{kPa} \cdot \text{kg oldószer}} p$  egyenlettel írható le.

b) *Ha nem lenne a barlang hatású fürdőben szellőztető berendezés (vagy elromlana), akkor elérhetné-e a levegő COS-tartalma valamelyik egészségügyi határértéket, illetve a robbanási határt?*

(Borbás Réka)

**K407.** Vendel reumás nagynénjének karbonil-szulfidot (COS) szeretne előállítani ampullába zárva, hogy nagynénje akár otthon is élvezhesse egy gyógyvíz-imitáció jótékony hatását. Ehhez kálium-rodanidot kellene reagáltatnia kénsavval, így a karbonil-szulfid mellett kálium-hidrogén-szulfát és ammónium- hidrogén-szulfát is keletkezik. Eredeti terve szerint 5 cm<sup>3</sup>-es ampullákat töltené meg (25 °C-on és 101 kPa nyomáson), majd ezt kellene a nagynéninek a fürdőkád vizében feloldania, 3-12 mg/dm<sup>3</sup> töménységű oldatot előállítva.

a) *Egy 5 cm<sup>3</sup>-es ampulla mekkora térfogatú vízhez lenne elég? Milyen kiszerezést ajánljunk Vendelnek az optimális csomagoláshoz?*

b) *Összesen 50 cm<sup>3</sup> karbonil-szulfid előállításához mekkora tömegű kálium-rodanidra, és mekkora térfogatú 35 m/m%-os, 1,26 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű kénsavoldatra lenne szükség, ha a reakció teljesen lejátszódna?*

(Borbás Réka)

**K408.** A karbonil-szulfid gyúlékony vegyület, a levegővel robbanó elegyet képez. Alsó robbanási határa 12,3%, felső robbanási határa 29,6%. Égését részletesen tanulmányozták, ugyanis ez a vegyület akár a bio és fosszilis tüzelőanyagok kéntartalmának égése során is szerepet játszhat.

Többféle köztes lépés is előfordulhat az égés során, különféle aktiválási energiával. Például a  $\text{COS} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{SO}$  folyamat aktiválási energiája

211 kJ/mol, a  $\text{COS} + \text{O}_2 = \text{CO} + \text{SO}_2$  aktiválási energiája 70 kJ/mol, tehát valószínűbb, hogy egy ilyen köztes lépés nagyobb sebességgel zajlik az égés során. Az első folyamatban keletkező kén-monoxid (SO) nagyobb koncentrációnál dimerizálódik  $\text{S}_2\text{O}_2$ -vé, amely tovább alakul  $\text{SO}_2$ -dá és  $\text{S}_2\text{O}$ -dá.

*Ha a karbonil-szulfidot az alsó, illetve a felső robbanási határnak megfelelő összetételben levegővel keverjük össze, és elégetjük, mi lesz a két esetben a füstgáz anyagmennyiség-százalékos összetétele?*

(Borbás Réka)

**K409\***. A hévízi gyógyvízből mintát veszünk kéntartalmának meghatározására. Először a minta  $100,0 \text{ cm}^3$ -ét feleslegben vett brómos vízzel reagáltatjuk, így hidrogén-bromid és kénsav keletkezik. A felesleges brómot kiforraljuk, majd egy alkalmas indikátor mellett  $0,984 \text{ mol/dm}^3$  töménységű NaOH-oldattal megtitráljuk. A művelet sorozatot háromszor megismételjük, az átlagfogyás  $9,56 \text{ cm}^3$ .

- Miért kell a feleslegben lévő brómot kiforralni az oldatból? Milyen indikátort válasszunk?*
- Írd fel a meghatározás során végbemenő kémiai változások rendezett egyenleteit!*
- Mekkora a víz kén-hidrogén-tartalma?*

(Borbás Réka)

**K410\***. Egy  $1,00 \text{ dm}^3$ -es tartályba  $2,30 \text{ g}$  nitrozil-kloridot (NOCl) teszünk.  $500 \text{ K}$  hőmérsékleten egy egyensúlyi reakcióban részben nitrogén-monoxiddá és klórgázzá alakul. A kiindulási anyag  $75,4\%$ -a bomlik el.

- Mekkora a folyamat koncentrációkkal kifejezett egyensúlyi állandója?*
- Mekkora az átlagos moláris tömege az egyensúlyi gázelegynek?*

Egy másik hőmérsékleten az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege  $50,4 \text{ g/mol}$ .

- Alacsonyabb vagy magasabb ez a hőmérséklet, mint az előző esetben?*
- Mekkora ezen a hőmérsékleten az egyensúlyi állandó és a bomlás mértéke?*



Az egyes anyagok képződéshője:  $\text{NOCl}$  51,7 kJ/mol,  $\text{NO}$  90,3 kJ/mol.

(Borbás Réka)

**K411\***. A ródiumot a többi platinafémtől az alábbi módszerrel lehet elválasztani. A ródiumtartalmú mintát  $\text{NaCl}$ -dal összekeverve klórgáz áramában hevítik. Ilyenkor a visszamaradó szilárd **A** anyag egy 26,76% ródiumtartalmú só-t tartalmaz. Ez vízben kioldható, szűrés és bepárlás után a **B** vegyület kristályai maradnak vissza, amelyeknek a ródiumtartalma 17,13%. A kristályokat  $120\text{ }^\circ\text{C}$ -on tömegállandóságig szárítják (a tömegcsökkenés ekkor 35,98%), majd  $650\text{ }^\circ\text{C}$  fölé hevítik. Az így kapott szilárd termék alapos vizes mosása után ródiumpor marad vissza.

Az **A** vizes oldatába kénhidrogént buborékoltatva a **C** vegyület jelenik meg csapadékként. Ennek 47,59%-a kén.

a) *Határozd meg a vegyületek képletét!*

b) *Írd fel a végbemenő kémiai változások rendezett egyenleteit! Miért kell az utolsó lépésben alaposan mosni a szilárd maradékot?*

(belorusz feladat)

**H356**. Az ivóvizek egyik legveszélyesebb szennyezője a rákkeltő tulajdonságú arzén, amely a természetes vizekben legtöbbször az arzén oxosavai és azok ionjai formájában fordul elő.

Az arzén oxosavai közül az arzénsav és az arzénessav a leggyakoribb, ezek összetétele a foszforsavval és a foszforossavval ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ) analóg, de mindkettő háromértékű gyenge sav.

A savi állandók negatív logaritmusai az arzénessavnál:  $\text{p}K_1=9,2$ ,  $\text{p}K_2=12,13$ ,  $\text{p}K_3=13,40$ , az arzénsavnál:  $\text{p}K_1=2,19$ ,  $\text{p}K_2=6,94$ ,  $\text{p}K_3=11,5$ .

a) *Add meg a két oxosav konstitúcióját!*

Az élő szervezetbe kerülve a fenti két oxosav az ún. oxidatív metilezés (amikor is metilcsoport kerül a hidroxilcsoport helyére) során monometilarzonsavvá ( $\text{MMA(V)}$ ) és dimetil-arzonsavvá vagy másként kakovilsavvá ( $\text{DMA(V)}$ ) alakul át. Ebben a két molekulában az arzén +5-ös oxidációs számú. Utóbbi molekula redukcióval dimetil-arzinná, további metilezéssel tetrametil-arzónium-ionná alakulhat át. Ezek az arzin ( $\text{AsH}_3$ ) metilezett származékainak tekinthetők és a szerves kémiából ismert aminok és ammóniumionok analógjai.

b) *Add meg a felsorolt molekulák konstitúcióját!*

Az arzén ivóvízből történő eltávolítása általában mikroszkopikus méretű vas és vas-oxid vagy vas-hidroxid részecskék felületén történő adszorpcióval, illetve csapadékképződéssel történik.

c) *Határozd meg, hogy egy semlegeshez közeli kémhatású oldatban milyen az egyes arzéntartalmú részecskék eloszlása az arzénessav, illetve az arzénsav esetén! Milyen eljárást érdemes ez alapján elvégezni az ivóvíz arzénmentesítése során az adszorbens ivóvízhez keverése előtt?*

(Lázár Armand)

**H357.** A fenolok vas(III)-sókkal színes (általában lila) komplex vegyületet képeznek, amelyek segítségével spektrofotometriásan meghatározható egy minta fenoltartalma. A spektrofotometriás mérés során az oldatban található vegyületek fényelnyelését mérik, és ezen adat segítségével határozzák meg koncentrációjukat. Ehhez először meghatározzák, hogy a komplex milyen hullámhosszú fényt nyel el és kiválasztottak egy hasonló tulajdonságú festéket. A festékkel a következő kísérleteket végezték el:

Készítettek a festékből egy  $0,0100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot (**X** oldat). Az **X** oldat egy részletét egy mintatartó edénybe helyezték, amelyben a fénysugár  $1,00 \text{ cm}$ -en keresztül haladt (*I*), ekkor a műszer által kiadott fényelnyelés mennyisége  $1,30$ -nak adódott (*A*).

Az **X** oldat egy újabb részletét tízszeresére hígítottuk és egy az előbbieken is használt mintatartó edényben megmértük, így *A* értékének  $0,130$ -at kaptuk.

Az **X** oldat egy újabb részletét tízszeresére hígítottuk és egy olyan mintatartó edénybe öntöttük, amelyben a fénysugár  $1,00 \text{ dm}$ -en keresztül haladt, ekkor *A* értékének  $1,30$ -at kaptuk.

a) *Mennyi a fényelnyelés értéke (*A*) abban az esetben, ha *X* oldat egy részét hússzorosára hígítjuk és a mérőedényben a fény úthossza (*l*)  $0,500 \text{ dm}$ ?*

Ezután az ismeretlen mintából és vas(III)-kloridból oldatot készítettünk (amelyben a vas(III)-klorid koncentrációja  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ , **B** oldat). A **B**

oldatot tízszeresére hígítottuk és egy 1 cm úthosszúságú edényben megmértük a fényelnyelés mértékét, ami 0,73-nak adódott.

A **B** oldat fenoltartalmának meghatározásához a következő oldatokat készítettük el és vizsgáltuk meg:

bemért fenol mennyisége	oldat térfogat	vas(III)-klorid koncentrációja	mérés előtti hígítés	út-hossz (l)	fényelnyelés (A)
100 mg	100 cm <sup>3</sup>	0,1 mol/dm <sup>3</sup>	10x	1 cm	1,55
50 mg	100 cm <sup>3</sup>	0,1 mol/dm <sup>3</sup>	10x	1 cm	0,78
25 mg	100 cm <sup>3</sup>	0,1 mol/dm <sup>3</sup>	10x	1 cm	0,39
10 mg	100 cm <sup>3</sup>	0,1 mol/dm <sup>3</sup>	5x	1 cm	0,31

b) *Mennyi a fenol koncentrációja a B oldatban?*

(Varga Szilárd)

**H358.** Két azonos térfogatú elektród ugyanazokból az anyagokból áll és szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotú. A két elektródot egy fém-szulfát vizes oldatába merítve egy galvánecellát kapunk. A cella teljes kisülése során 144 C töltést ad le. Az így kapott rendszerben a vizes oldat és az elektródok továbbra is ugyanazokat az összetevőket tartalmazzák, mint a kiindulási állapotban, de mindkét elektród tömege megváltozott 48,8 mg-mal.

a) *Hogy működik a galvánecella? Működne-e, ha vizes nátrium-szulfát-oldatot használnánk elektrolitként?*

b) *Melyik fém-szulfát volt jelen az oldatban? Hogyan változott a koncentrációja?*

c) *Becsüld, meg, hogy legfeljebb mekkora lehet az így kapott galvánecella elektromotoros ereje!*

(ukrán feladat nyomán)

**H359.** Három, egymással izomer észter (**A**, **B** és **C**) hidrogénezése (hidrogéngázzal Pt katalizátor mellett) ugyanazt az **X** észtert adja. A három észter elszappanosítási reakcióiban eltérő termékek keletkeznek, mégpedig összesen hat vegyület. A **B** észter adott mennyiségének elszappanosítása kétszer annyi vizes lúgoldatot fogyaszt, mint amennyi

szükséges az **A** vagy a **C** észter azonos mennyiségéhez. Az észterek moláris tömege kisebb, mint 100 g/mol.

*Mely vegyületek lehetnek ezek? Keress olyan reakciókat, amelyek segítségével a 6 szappanosítási termék közül az összes előállítható az egyikükből kiindulva!*

(orosz feladat nyomán)

**H360.** 15,00 ml 0,100 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-karbonát-oldatot öntünk bárium-szulfát csapadékra.

A BaSO<sub>4</sub> oldhatósági szorzata 1,3·10<sup>-10</sup>, a BaCO<sub>3</sub>-é 4,9·10<sup>-9</sup>. A szénsav savi kitevői (pK<sub>s</sub>) 6,37 és 10,25.

*Hány mg BaSO<sub>4</sub> csapadék fog reakcióba lépni, amíg a rendszer egyensúlyba nem kerül? A számolás során tekints el a sav-bázis folyamatoktól!*

*Mi lesz az eredmény, ha nem tekintünk el a sav-bázis folyamatoktól? Mekkora az egyensúlyi koncentrációk a kapott oldatban?*

(bolgár feladat alapján)



## **KERESD A KÉMIÁT!**

**Szerkesztő: Keglevich Kristóf**

### **Kedves Diákok!**

Az előző számban megjelent idézetek megoldását a következő számban közlöm, most két újabb feladat következik. A kérdések között vannak nagyon könnyűek, illetve olyanok, amelyek első olvasásra talán riadalmat keltenek bennetek. Ne felejtsetek: ezek is egyszerű választ feltételeznek, és szakkönyvekben, illetve az interneten való nyomozással előzetes szervesen, illetve szerves kémiai tanulmányok nélkül is megoldhatóak!

A feladatmegoldásokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapra feltöltve lehet beküldeni, illetve esetleg – ha ezt a tényt a honlapon jelzitek – postai úton is: Keglevich Kristóf, Fazekas Mihály Gimnázium, 1082 Bp. Horváth Mihály tér 8.

**Beküldési határidő: 2022. január 17.**

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

### **4. idézet (11 pont)**

*AZ EMBER ALKATJA.*

*Önts az agyagra savanyt, ki repül a szénszesz az égbe,*

*S más újabb testté változik a kis agyag.*

*Rontsd le por-alkatomat, bé omlik lelkem az égbe,*

*S más újabb testté változik a kis agyag.*

*Ungvár-Németi Tóth László (1816; idézi: Weöres Sándor, Psyché [1972])*



*Az első budapesti Légszeszgyár (VIII. kerület, a mai II. János Pál pápa tér szomszédságában) 1864-ben; Antoine de Saint-Exupéry: A kis herceg (1943)*

### **Kérdések:**

- Milyen anyag a „szénszesz”?
- Manapság milyen szűkebb értelemben szoktuk használni a „szesz” szót a szerves kémiában? Hozz példaként két vegyületet, amely köznapinévben szerepel a „szesz” szó!
- Milyen anyag a szalmiákszesz?
- Milyen anyag a légszesz? Miből, hogyan állították elő? Mire használták?
- Ezek alapján fogalmazd meg, mit értettek a régi magyarban a „szesz” szón! (Azaz: mi a feladatban szereplő anyagok közös tulajdonsága?)

*Valójában az agyagra hiába öntünk savat, nem pezseg.*

- Mi jellemző a mai értelemben vett agyag kémiai összetételére? Ezzel ellentétben Weöres versében az agyag olyan kőzetet jelent, amire „savanyt” öntve „szénszesz” képződik. Említs egy ténylegesen így viselkedő ásványt vagy kőzetet!

(Keglevich Kristóf)

### **5. idézet (19 pont)**

*„– Annyi bizonyos, hogy nagyon érdekes olvasmány lenne – felelte Sherlock Holmes, és flastromot ragasztott megszúrt ujjára. – Vigyáznom kell – fordult hozzám mosolyogva –, mert sokat dolgozom mérgekkel is ...*

*Felém nyújtotta kezét, s ekkor láttam, hogy tele van flastromokkal, az erős savak pedig többféle színűre marták, cserzették a bőrét. [...]*

– [...] Nekem otthon is van egy kis laboratóriumom, s néha kísérletezni is szoktam. Nem zavarná ez önt?”

(A. Conan Doyle: *A Study in Scarlet* (1887) – magyarul: *A brixtoni rejtély / A bíborvörös dolgozószoba*)

### Kérdések:

- a) Melyik erős sav hagy jellegzetes sárga foltot a bőrön? Hogyan hívjuk e sárga színreakciót? Melyik aminosavak vesznek részt benne? Az aminosavak melyik molekularészlete felelős a színreakcióért? Hozz egy-egy példát, hogy mely természetes élelmiszerek tartalmaznak sok ilyen aminosavat!
- b) Melyik jól ismert szerves anyag hagy könnyen fehér foltot a bőrön már néhány százalékos töménységben? Maximum hány százalékos oldata kapható a kereskedelmi forgalomban? Töményebb miért nem? Írd fel ezen anyag bomlásának egyenletét! Add meg két olyan anyag képletét, amelyik katalizálja a bomlást!
- c) A lila színű kálium-permanganát-oldat barna foltot hagy a bőrön (ruhán, papíron). Feltehetően melyik vegyület képződik a kálium-permanganátból, amelyik barna színű? Írd fel azon reakció ion-egyenletét, amikor a kálium-permanganátból nátrium-szulfid hatására semleges közegben ez a barna vegyület keletkezik!

*Egy színtelen szerves anyag, a ninhidrin jellegzetes lilás-pink elszíneződést hagy a bőrön, mely nem mosható le. Alkoholos oldatát szétpermetezve ujjlenyomatok is láthatóvá tehetők. A ninhidrin-reakció igen csekély mennyiségű aminosav kimutatására alkalmas (Ruhemann, 1909), a mechanizmusa elég bonyolult.*

- d) Keresd meg és rajzold fel a ninhidrin képletét! Keresd ki és rajzold le az aminosavak hatására belőle keletkező kékesibolya festékmolekulát is! Karikázd be rajta azt a molekularészletet, mely az aminosavból származik!

*A kézen a nikotin is sárgás foltot hagy, ezért szívták régen szipkából a cigarettát. (Sőt, a nikotin fel is tud szívódni bőrön keresztül.)*

- e) Magyarázd meg maximum 5-6 mondatban, milyen okokból károsítja a dohányzás a bőrt, elsősorban az arcbőrt!

(Horváth Judit)

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia németül

*Szerkesztő: Horváth Judit*

### Fordítási verseny a 2021/2022-es tanévben

Fordítandó német szakszöveg a tanév során két alkalommal (a mostani 2021/5. és a jövő évi 2022/1. számban) jelenik meg. **A nagy érdeklődésre tekintettel idén újból a kémia és a társadalom közötti összefüggéseket** tárgyaló téma kerül terítékre: a legutóbbi tudománytörténeti részt követően megint **környezetvédelmi** és geopolitikai témával folytatódik a verseny.

A rovat fő célja megismertetni azt a **szókincset és nyelvezetet (kémiai anyagok és laboratóriumi eszközök megnevezése, alapvető műveletek leírása)**, melyre külföldi részképzés vagy németajkú partnerekkel végzett munka esetén szükség lesz minden olyan területen, mely kémiai ismeretekre is támaszkodik (orvostudomány, gyógyszerészet, környezetvédelem, élelmiszer-, agrár- vagy építőipar, stb.). A németórán vagy a nyelvvizsga-előkészítőn feldolgozott ismeretterjesztő szövegek ehhez nem elegendők: azok nyelvezete messze áll attól, amikor egy tankönyvi szövegben, receptben vagy egy műszer leírásában kell eligazodnunk. A kémialaborba belépve pedig igen hamar rájövünk, hogy biztos nyelvtudásunk ellenére csak mutogatásra vagyunk képesek az eszközök között, akár a bennszülöttek...

**A tudományos és a műszaki nyelv** a németben a **hivatalos stílushoz** áll közel. Ennek megfelelően a mondatok nyelvtanilag többszörösen összetettek és közbeékeltek lehetnek. Cserébe viszont nem kell újságírói blikkfangokon és képi hasonlatokon törnünk a fejünket, melyeket ismeretterjesztő cikkekben előszeretettel használnak. A **kiemelésekkel** próbálok **segíteni**: nem csak a kémiai vonatkozású kifejezésekre, hanem



a **mondat lényeges elemeire** rámutatni, ami által remélhetőleg könnyebb lesz kibogozni, megfejteni őket.

Az irodalmi műfordítással ellentétben a precizitás megelőzi a választékosságot. A szóismétlések elkerülhetetlenek, hiszen egy adott szakkifejezést mindig ugyanúgy kell fordítani. Természetesen a mondatoknak magyarul helyesen kell hangozniuk! Nagyon bosszantó olyan nyersfordítást olvasni, mely úgy hangzik, mintha nem tudna jól magyarul az írója. Ha valamit nem tudtok szó szerint lefordítani (akár pl. egy szakkifejezést nem tanultatok), akkor kipontozás helyett inkább [szögletes zárójelben] írjátok körül az értelmét, hogy a szövegkörnyezetből mire gondoltok.

**A fordítási versenybe internetes nevezést kérünk a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon.** A felkészítő tanár mezőben a kémiatanárok mellett a némettanárok nevét is feltétlenül adjátok meg!

**A KÖKÉL honlapjáról letölthető az elmúlt 15 évben előfordult szakszavak jegyzéke (kis szakszótár).** 675 kifejezést tartalmaz a következő csoportosításban: kb. **200 anyag és 80 laboreszköz** mellett **200 fogalmat, 70 tulajdonságot,** valamint **90 igét az alapvető műveletek leírására, történések kifejezésére.** Érdemes használni, mert a hozzáférhető német-magyar nagyszótár vagy a műszaki szótár sem tartalmaz számos (egyébként alapvető) kifejezést (pl. osztott pipetta, hasas pipetta, vegyifülke), más esetben pedig még félrevezetők is lehetnek.

A **pontozás** szempontrendszer a 2004/3. szám 279. oldalán került ismertetésre. Érdemes az azóta megjelent értékelések közül néhányat átnézni a visszatérő hibák miatt. Pluszpontokat adok, ha valaki egy kacifántos részt sikeresen megfejt, vagy valamit nagyon szellemesen fordít le (ezekre 2–3 pontot is). 1–2 pluszpont jár annak, aki megtalálja a helyes magyar megfelelőjét egy olyan kifejezésnek, melyet csak kevesen ismernek fel. Ezek kompenzálhatják a kis levonásokat, melyek gyakran csak figyelmetlenségből erednek.

## **Chemie auf Deutsch**

(fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

### **Biokraftstoffe erster Generation: Rapsdiesel**

Viele Menschen denken bei **Biodiesel** an **blühende Rapsfelder**, und in der Tat wird er in Deutschland vor allem aus Raps gewonnen. Als **Ausgangsbasis** sind aber auch andere **Pflanzenöle** sowie **Altspeise- und Tierfette** möglich. Während in Mitteleuropa **Raps** aus klimatischen Gründen zur Herstellung von Biodiesel dominiert, wird er in Asien in der Regel **aus Palmöl** und in Amerika **aus Sojaöl erzeugt**. Auch Biodiesel aus Reststoffen (**tierische Fette, Talg, Schmalz**) gewinnt zunehmend an Bedeutung. Im Vergleich zu Biodiesel aus Anbaubiomasse sind es vor allem die geringeren **THG-Emissionen**, die als Vorteil des Biodiesels aus Altspeisefetten angeführt werden.

#### **Geschichte:**

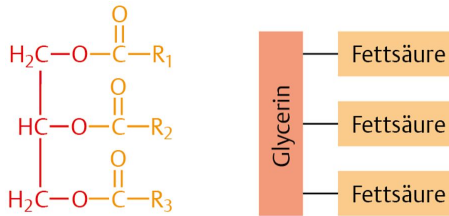
Im Rahmen der Weltausstellung in Paris im Jahre 1900 testete **Rudolf Diesel** den Einsatz von einem **Kraftstoff der aus reinem Pflanzenöl bestand**. Auf dieser Ausstellung wurde ein kleiner Dieselmotor des Herstellers Otto gezeigt, in den man, ein aus Erdnüssen gewonnenes Öl, einfüllte. Der Motor lief einwandfrei, obwohl er nur für **Mineralöl** konstruiert wurde. Mit der Anmeldung des **Patents**, zur **Umesterung von Pflanzenölen mit Methanol**, von **G. Chavanne 1937** wurde die Nutzung von Biodiesel angekurbelt.

Für den Chemiker handelt es sich bei Biodiesel um **Pflanzenölmethylester\*** bzw. **Fettsäuremethylester**, auch als Fatty Acid Methyl Ester (FAME) bezeichnet. Außerdem ist die Abkürzung **RME** für **Rapsölmethylester** gebräuchlich. Biodiesel ist also nicht mit Pflanzenöl zu verwechseln, sondern wird daraus hergestellt.

\*Ester sind Verbindungen aus Alkoholen und Säuren.

Die jeweiligen Fettsäuremethylester werden in einer **Umesterungsreaktion** der Fette und Öle mit Methanol **hergestellt**. **Fette** setzen sich aus einzelnen Bestandteilen zusammen. Diese Bausteine bestehen **stets aus vier Komponenten: Glycerin und 3 Fettsäuren**. Das **Glycerin** des Triglycerids wird **durch Methanol ersetzt**, dadurch ist das **Molekül** nur **ein Drittel so groß** wie das

Triglycerid. Die **Triglyceride** selbst sind für den direkten Gebrauch **ungeeignet**, da ihre **Viskosität** (ihr Fließwiderstand) zu groß ist.



### ein Triglycerid

Die Mineralölkonzerne **mischen** Biodiesel dem herkömmlichen Diesel **mit bis zu 7 % (B7)** bei, ohne dass gesonderte technische Voraussetzungen vom Fahrzeughalter zu beachten sind. Biodiesel ist eine Alternative zu fossilem Diesel und wird in der Beimischung B5 und B7 angeboten. Zudem können insbesondere **Lastkraftwagen mit reinem Biodiesel (B100)** betankt werden. Als Reinkraftstoff wird Biodiesel aktuell nur in sehr geringen Mengen eingesetzt.

Die Beimischung von Rapsölmethylester zum Dieselmotorkraftstoff trägt in begrenztem Rahmen dazu bei, den Ausstoß von Kohlenstoffdioxid aus fossilen Quellen zu vermindern. Bei einer ganzheitlichen Betrachtung des Lebenszyklus von RME resultiert eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Substitution von Mineraldiesel um etwa 37 %. Diese vergleichsweise geringe Reduktion ist einerseits auf die Umweltauswirkungen der intensiven Landwirtschaft zur Bereitstellung des Rohstoffes Raps zurück zu führen. Andererseits ist sie ein Resultat der Verwendung von Methanol aus fossilen Quellen im Rahmen der **Umesterung**. Rapsölmethylester ist damit kein Energieträger, der rein aus nachwachsenden Quellen hergestellt wird.

Da bei der **Herstellung des Ackeröls** lediglich die **Früchte** verwendet werden und damit die **Ausbeute** entsprechend **schlecht** ist, rechnet man Rapsdiesel zu den pflanzlichen Kraftstoffen der ersten Generation. Negativ ist auch, dass beim Rapsanbau für das **Düngen** der Felder und zum **Auspressen des Öls** viel **Energie** benötigt wird, so dass ein Teil des Sparpotentials verpufft.

Rapsölmethylester ist **biologisch abbaubar** und zeigt daher eine **geringere Ökotoxizität als fossiler Dieselmotorkraftstoff**. Der Einsatz von Rapsölmethylester **in umweltsensiblen Bereichen**, wie z. B. in

Binnengewässern, Wasserschutzgebieten, Bergregionen sowie in der Landwirtschaft ist daher dem Einsatz von Mineraldiesel vorzuziehen.

Biodiesel erfüllt höchste Qualitätsansprüche und hat einen **vergleichbaren Energiegehalt wie fossiler Diesel**. Darüber hinaus verfügt Biodiesel über natürliche **Eigenschaften**, die beim fossilen Kraftstoff erst durch die Zugabe zahlreicher **Additive** oder aufwändige Produktionsprozesse erreicht werden:

- Biodiesel ist von Natur aus nahezu **schwefelfrei**.
- Biodiesel hat eine hervorragende **Schmierfähigkeit**.
- Biodiesel verfügt über eine besonders gute Zündwilligkeit aufgrund der höheren **Cetanzahl\*\***. Das führt zu einem geringeren Motorenverschleiß und einer größeren Laufruhe.
- Der hohe **Sauerstoffanteil von elf Prozent** ermöglicht einen besseren Verbrennungsablauf und erzeugt dadurch deutlich **weniger Ruß**. Rückstände im Motor werden so vermindert.

\*\*Die **Cetan-Zahl** ist ein **Maß für die Zündwilligkeit des Treibstoffs**, falls eine Selbstentzündung bei Kompression herbeigeführt werden soll. (Cetan ist eine unverzweigte Kohlenwasserstoffkette mit 16 C-Atomen.)

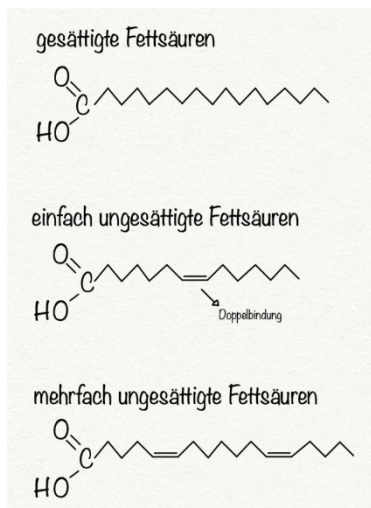
Biodiesel kann auch im Winter eingesetzt werden. Von Natur aus ist er bis ca. minus 12°C verwendbar. Durch Additive erhöht sich die **Wintertauglichkeit** – wie bei herkömmlichem Dieselmotorkraftstoff auch – auf minus 20°C.

## Herstellung

Erste **Anlagen zur Produktion** von Biodiesel wurden in den **1990er-Jahren** in Deutschland errichtet. Seine Herstellung erfolgt durch **Umesterung** von Pflanzenöl mit Methanol. Dazu mischt man das **Pflanzenöl mit Methanol im Verhältnis 9 : 1**. Um den Prozess zu beschleunigen, gibt man 0,5–1% eines **Katalysators (Natrium- oder Kaliumhydroxid)** zu und **rührt das Gemisch** bei Temperaturen von 50–80 °C mehrere Stunden. Bei der dann ablaufenden chemischen Reaktion findet eine **Aufspaltung des Pflanzenölmoleküls**, das aus Glycerin und drei Fettsäureketten besteht, statt.

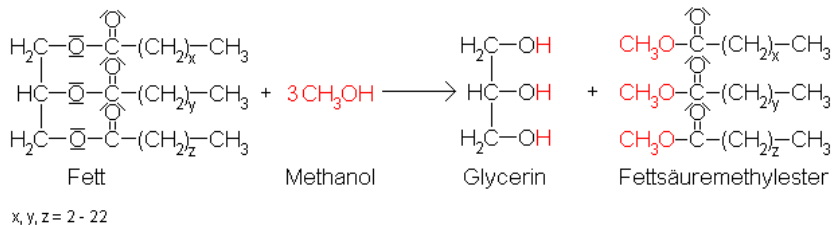
**Fettsäuren** gehören in die Gruppe der **Carbonsäuren**. Sie bestehen aus einem **unpolaren Alkylrest** (eine längere **unverzweigte**

**Kohlenwasserstoffkette**) und einer endständigen **polaren Carboxylgruppe (-COOH)**.



Man unterscheidet zwischen **gesättigten** und **ungesättigten** Fettsäuren. Die für Biodiesel wichtigen Fettsäuren sind die **ungesättigten** Fettsäuren, welche im Gegensatz zu gesättigten Fettsäuren **eine oder mehrere Doppelbindungen** beinhalten. Ist die Fettsäure gesättigt, so ist sie eher fest, ist sie ungesättigt, dann wird sie eher **im flüssigen Zustand** bei Raumtemperatur **vorliegen**. Jedes Öl hat sein spezifisches Fettsäuremuster, d.h., dass in jedem Öl ein bestimmtes **Verhältnis** bezüglich der Menge der einzelnen Fettsäuren vorliegt. Fette (Öle) mit einem hohen **Gehalt an** ungesättigten Fettsäuren sind bei Raumtemperatur flüssig.

Bei der **Umesterung** findet die Reaktion von Rapsöl mit Methanol zu Rapsölmethylester und Glycerin statt. Der **dreiwertige Alkohol Glycerin** wird **gegen den einwertigen Alkohol Methanol getauscht**, sodass sich die **Fettsäuren mit Methanol** zu Biodiesel **verbinden**. Durch die **Umesterung** wird die **Viskosität in großem Maße abgesenkt**.



## Die Umesterungsreaktion

Am Ende der Reaktion liegen Roh-**Biodiesel** und Roh-**Glycerin in zwei leichttrennbaren Phasen** vor. Um die gewünschte Produktqualität des Biodiesels zu erreichen, muss Roh-Biodiesel **mehrere Aufbereitungsschritte** durchlaufen. Gleiches gilt für das Glycerin, ein Alkohol, der in vielen Bereichen wie der **Pharma- und Lebensmittelindustrie** und der **Oleochemie** Anwendung findet und normalerweise **synthetisch hergestellt** wird.

### Nebenprodukte

Durch die Verwendung von Raps für die Biokraftstoffproduktion werden gleichzeitig hochwertige **Futtermittel** für Schweine, Geflügel, Mastrinder und Milchkühe erzeugt. Beim **Pressen** der Rapskörner **fällt** neben Rapsöl das sogenannte **Rapsextraktionsschrot an**. In der Regel werden ca. 60% der Energiepflanze als **Futtermittel** verwendet, während nur ca. 40% – nämlich **das enthaltene Öl** – in die **Biokraftstoffproduktion** gehen. Ohne die **Eiweiß** Futtermittel aus der einheimischen Biokraftstoffproduktion **müsste** der derzeitige Import an Futtermitteln aus **Soja** zusätzlich **um etwa die Hälfte gesteigert** werden, um den Bedarf der deutschen Tierzüchter zu decken. Die **heimische** Koppelproduktion mit Biokraftstoffen hat also **Importe von Soja-Futtermitteln** aus dem Ausland in großem Umfang **ersetzen können**.

### *Források:*

<https://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/biodiesel>

<http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/biodiesel.html>

<https://www.astgasse.net/cms1/images/stories/1213/rio92/Biodiesel.pdf>

[https://ceb.ebi.kit.edu/download/V1\\_RME\\_Synthese.pdf](https://ceb.ebi.kit.edu/download/V1_RME_Synthese.pdf)

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

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

<https://viamedici.thieme.de/lernmodul/548592/subject/biochemie/lipide/s-truktur+und+chemie/fetts%C3%A4uren+und+triacylglycerine>

<http://amunre.www5.50megs.com/facharbe.html>

<http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/rapsextraktionsschrot.html>

### **Beküldési (beérkezési) határidő: 2022. január 17.**

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

KÖKÉL német fordítási verseny  
ELTE TTK Kémiai Intézet  
Budapest 112  
Pf. 32  
1518

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

# Kémia angolul

*Szerkesztő: Tóth Edina*

## Évkezdési gondolatok:

### Előszóban:

A kémiaórákon olykor számolunk is. A számolások során pedig gyakran használunk nevezetes állandókat. De valójában melyek a nevezetes állandók? Mióta ismertek és hogyan határozták meg őket? Ehhez a betekintés Barry N. Taylor 1971-es cikkét használjuk, amely az Encyclopaedia Britannica 15. kiadásában jelent meg. A lefordítandó feladatban a kémiai szempontból fontos alapvető fizikai állandókra szorítkozunk. De fontos tudatosítanunk magunkban, hogy a kémia és fizikai közötti határvonal a valóságban messze nem olyan egyértelmű, mint az órarend láttatja.

**A megoldásokat 2022. január 17-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni.**

## Fundamental Physical Constants

### Introduction to the constants for non-experts

Throughout all of the formulations of the basic theories of physics and their application to the real world, there appear again and again certain fundamental invariant quantities. These quantities, called the fundamental physical constants, and which have specific and universally used symbols, are of such importance that they must be known to as high an accuracy as is possible. They include the velocity of light in vacuum ( $c$ ); the charge of the electron, the absolute value of which is the fundamental unit of electric charge ( $e$ ); the mass of the electron ( $m_e$ ); Planck's constant ( $h$ ). These will all be considered in detail below.

There are, of course, many other important quantities that can be measured with high accuracy -- the density of a particular piece of silver, for example, or the lattice spacing (the distance between the planes of



atoms) of a particular crystal of silicon, or the distance from the Earth to the Sun. These quantities, however, are generally not considered to be fundamental constants. First, they are not universal invariants because they are too specific, too closely associated with the particular properties of the material or system upon which the measurements are carried out. Second, such quantities lack universality because they do not consistently appear in the basic theoretical equations of physics upon which the entire science rests, nor are they properties of the fundamental particles of physics of which all matter is constituted.

It is important to know the numerical values of the fundamental constants with high accuracy for at least two reasons. First, the quantitative predictions of the basic theories of physics depend on the numerical values of the constants that appear in the theories. An accurate knowledge of their values is therefore essential if man hopes to achieve an accurate quantitative description of the physical universe. Second, and more important, the careful study of the numerical values of these constants, as determined from various experiments in the different fields of physics, can in turn test the overall consistency and correctness of the basic theories of physics themselves.

### **Definition, importance, and accuracy**

The constants named above, five among many, were listed because they exemplify the different origins of fundamental constants. The velocity of light ( $c$ ) and Planck's constant ( $h$ ) are examples of quantities that occur naturally in the mathematical formulation of certain fundamental physical theories, the former in James Clerk Maxwell's theory of electric and magnetic fields and Albert Einstein's theories of relativity, and the latter in the theory of atomic particles, or quantum theory. For example, in Einstein's theories of relativity, mass and energy are equivalent, the energy ( $E$ ) being directly proportional to the mass ( $m$ ), with the constant of proportionality being the velocity of light squared ( $c^2$ ) -- i.e., the famous equation  $E = m \cdot c^2$ . In this equation,  $E$  and  $m$  are variables and  $c$  is invariant, a constant of the equation. In quantum theory, the energy ( $E$ ) and frequency, symbolized by the Greek letter  $\nu$  (nu), of a photon (a single quantum unit of electromagnetic energy such as light or heat radiation) are related by  $E = h\nu$ . Here, Planck's constant ( $h$ ) is the constant of proportionality.

The elementary charge ( $e$ ) and the electron mass are examples of constants that characterize the basic, or elementary, particles that constitute matter, such as the electron, alpha particle, proton, neutron, muon, and pion. Additionally, they are examples of constants that are used as standard units

of measurement. The charge and mass of atomic and elementary particles may be expressed in terms of the elementary charge ( $e$ ) and the electron mass ( $m_e$ ); the charge of an alpha particle, the nucleus of the helium atom, is given as  $2e$ , whereas the mass of the muon is given as  $206.77 m_e$ .

[...]

The accuracy with which many of the fundamental constants can be currently measured is a few parts in a million. By accuracy is meant the relative size of the uncertainty that must be assigned to the numerical value of any quantity to indicate how far from the true value it may be because of limitations in experiment or theory. This uncertainty is a quantitative estimate of the extent of the doubts associated with the value. The most commonly used uncertainty, the standard deviation, symbolized by the Greek letter sigma, is such that there is about a 68 percent chance that the true value lies within plus or minus sigma. Furthermore, there is a 95 percent chance that the true value lies between plus and minus two standard deviations and a 99.7 percent chance that it lies between plus and minus 3 standard deviations. [...]

In practice, an uncertainty of one part per million (abbreviated ppm) is rather respectable. It corresponds to determining the length of a United States football field (100 yards, or about 91 meters) to within the thickness of two of these pages (one page is about 0.0022 inch or 0.056 millimeter thick). There are several quantities that have been measured with uncertainties approaching one part in 1 000 000 000 000 (one in  $10^{12}$ ); this uncertainty corresponds to determining the distance from New York to San Francisco to within one-tenth the thickness of a piece of paper.

**1900-1920**

The fundamental-constants field has advanced so rapidly since mid 20th century that nearly all of the measurements carried out before World War II may be considered historical (if not the method, at least the result). Indeed, few measurements of constants existed before about the turn of the 20th century, because not until then did the modern era of physics begin. Relativity, atomic physics, and quantum theory all emerged after 1900. Two of the more important historical measurements made before about 1920 are:

### **The elementary charge ( $e$ )**

One of the earlier experiments to measure a fundamental constant to high accuracy, as well as an example of how the accurate determination of a fundamental constant using different methods can lead to an improved understanding of a particular physical phenomenon, was the measurement of the fundamental unit of charge ( $e$ ) by Robert A. Millikan, a physicist in the United States. From about 1907 to 1917 he carried out his now-famous oil drop experiment to determine  $e$ . In this method, the displacement of small, charged oil drops (the charge on the drop is usually just a few  $e$ ) moving in air between two horizontal and parallel metal plates (with and without an applied known voltage) is followed as a function of time. The value of the fundamental constant  $e$  is then calculated from many observations on different drops and knowledge of other relevant quantities, especially the viscosity (resistance to flow) of the air. Millikan's final value, reported in 1917, was:  $(4.774 \pm 0.002) \times 10^{-10}$  esu (esu being the electrostatic unit, one of the units of charge in the centimeter-gram-second [cgs] system of units; this cgs-esu system was in wide use before the general adoption of the SI system).

That this value was significantly in error became clear in the 1930s with the development of a new but indirect method for obtaining the value of  $e$ . The technique consisted of separately measuring  $N$ , the Avogadro constant (the number of atoms or molecules contained in a mole, which was defined as a mass in grams equal to the atomic or molecular weight of a substance), and  $F$ , the Faraday constant (the amount of charge that must pass through a solution to electrolytically deposit a mole of a singly charged, or monovalent element contained in the solution). These two quantities are related by the simple equation that states that the

Faraday constant is equal to the Avogadro constant times unit of charge, or  $F = Ne$ . It therefore follows that  $e = F/N$ , so that the constant  $e$  can readily be obtained if the two constants, Faraday and Avogadro, are known.

The Avogadro constant ( $N$ ) was determined by measuring the density, molecular weight, and crystal lattice spacing of a particular crystal species such as rock salt, using x-ray techniques. The Faraday ( $F$ ) was determined by measuring the mass of material (e.g., silver) electrolytically deposited onto an electrode when a known current flowing for a known time was allowed to pass through a solution containing the material. The indirect value of the elementary charge ( $e$ ) deduced in this way was  $(4.8021 \pm 0.0009) \times 10^{-10}$  esu, significantly different from the Millikan value. The major source of this disturbing discrepancy was traced in the latter part of the 1930s to the use by Millikan of an incorrect value for the viscosity of air. Millikan had taken a value that was almost entirely based on a measurement by one of his students; but it was later shown that the student had made a rather subtle experimental error. When Millikan's data were reevaluated with a correctly determined value for the viscosity of air, the value of  $e$  obtained agreed with the indirect value calculated from the Faraday and the Avogadro constant.

[...]

### **Ratio of Planck's constant ( $h$ ) to the elementary charge ( $e$ ), $h/e$**

The very first precision determination of the ratio  $h/e$  used the photoelectric effect: when light of a particular wavelength is allowed to impinge upon a metal surface, electrons are emitted from the surface. If a retarding voltage, or potential, is applied to the metal so that the electrons are just prevented from leaving the surface, then a unique relationship can be shown to exist between the wavelength of the light, the voltage, and the ratio  $h/e$ . Millikan, using sodium and lithium, first reported a result from this method in 1916.

A second method to determine the  $h/e$  ratio is the so-called short wavelength limit of the continuous x-ray spectrum. In this technique, a beam of electrons is accelerated through a known voltage and is allowed to strike a metal target. The maximum-energy x-ray (that is, the one

having the highest frequency or shortest wavelength) is emitted when all of the electrical potential energy of an electron in the beam is converted to a single x-ray photon. By measuring the voltage and the wavelength of the emitted x-ray, the ratio  $h/e$  can be determined. The first precision measurement of this type was reported in 1921

## 1920-1940

### **Ratio of the electron charge ( $-e$ ) to the electron mass ( $m_e$ ), $-e/m_e$**

Numerous direct measurements of this quantity were carried out over the period 1897 to 1938. The experiments usually involved the deflection of beams of free electrons by electric and magnetic fields. Many of the experiments required the measurement of the velocity of the electrons combined with a simultaneous determination of the voltage used to initially impart kinetic energy (i.e., velocity) to the electrons. Often the electron velocity was determined by a null deflection method in which the magnitudes of crossed electric and magnetic fields, through which the electron beam traveled, were so adjusted that the electric and magnetic deflecting forces just balanced each other. An English physicist, Joseph John Thomson, was the first to use this technique in 1897.

Source: The NIST Reference on Constants, Units and Uncertainty article titled „Fundamental Physical Constants. Introduction to the constants for non-experts” reproduced with permission from Encyclopaedia Britannica, 15th edition. © 1974 Encyclopaedia Britannica, Inc. Available at the NIST website (latest access: 15/11/2021) via <https://physics.nist.gov/cuu/Constants/introduction.html>

## MŰHELY



*Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékleteként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4002 Debrecen, Pf. 400.*

*E-mail: tothzoltandr@gmail.com.*

**Dr. Egri Károly**

### **Filléres ötletek „Kemopipőke” kimeríthetetlen kincsesládából: néhány egyszerű, szemléltető és kísérleti eszköz alkalmazása a kémiatanításban**

#### **Bevezetés, kitekintés, célkitűzések**

Az utóbbi két évtizedben embert próbáló feladat természet-tudományokat oktatni az általános és középiskolában. A kémia tanítása pedig különösen „mostohagyermeknek” számít – mesebeli hasonlaltal élve afféle „Kemopipőkének” tekinthető. Húsz év alatt felére apadt a tantárgy óraszám, miközben a tananyag mennyisége érdemben nem csökkent. (Bár bizonyos elméleti részekkel, pl. a reakciók mechanizmusával, vagy a kvantumszámokkal foglalkozó fejezetekkel már ritkán találkozhatunk, az elsajátítandó ismeretanyag – egyébként aktuális és indokolt – gyakorlati és környezetkémiai részekkel egészült ki.). Az újabb generációk diákjainak motiválása szintén rengeteg „aktiválási energiát” igényel – sokan eleve érthetetlennek és feleslegesnek tartják a természettudományokat. Nem szabad megfeledkeznünk a kémiaérettségi írásbeli részének nehézségeiről, a

kémiantanárok utánpótlásának perspektíváiba pedig jobb bele sem gondolni...

Mit tehet az a pedagógus, aki továbbra sem szeretne elfásulni, beletörődni a körülmények okozta nehézségekbe? Többek között: újabb és újabb kísérleti és demonstrációs ötleteket próbál kitalálni és megvalósítani. (Hasonlóan az operáns tanulás során megfigyelt szituációhoz, amelyben egy problémahelyzet fokozott kreativitásra sarkallja a kísérlet alanyait.) A játékos szemléletmód, a jelenségek ötletes, más irányú megközelítése, az interaktivitásra törekvés az utóbbi évtizedben a kémia oktatásában is egyre inkább teret hódít.

A témával kapcsolatban számtalan korábbi és újabb keletű szakirodalmi példát lehetne említeni. Ezek közül a szerző – a teljesség igénye nélkül – csak néhányat szeretne megemlíteni (hiszen az erre vonatkozó, rendkívül gazdag hazai és nemzetközi szakirodalom részletes áttekintése meghaladná e munka kereteit). Újszerű, ötletes kísérleti módszerekről és alkalmazásuk fontosságáról olvashatunk pl. *Sarka Lajos és Tóth Zoltán* (2015) publikációjában, illetve előbbi szerzőpáros és *Dobóné Tarai Éva* egy további, közös tanulmányában (*Dobóné, Sarka és Tóth* 2015). A gamifikációval, a játékos módszerek nyújtotta lehetőségekkel foglalkozik *Szakács* (2018) és *Borbás* (2018). A játékalapú tanulás elméleti alapjairól olvashatunk *Karl M. Kapp* (*Kapp*, 2012) nagy hatású munkájában. *Stojanovska és Velevska* (2018) e módszernek a kémia oktatásában tapasztalt előnyeire hívják fel a figyelmet. *Banerjee* (2019) tanulmánya a gamifikáció pozitív hatásait vizsgálja a nehéznek tartott kémiai ismeretanyag elsajátítására. *Mellor és munkatársai* (2018) publikációjában példákat láthatunk mindezek kapcsolatára a környezettudatos szemléletet preferáló kémiantanítással. *Fontana* munkája (2020) pedig kifejezetten az online kémiaoktatás, a gamifikáció és a világjárvány okozta körülmények interakcióira fókuszál. *Kenney* (2019) publikációjában a játékalapú tanulás előnyeinek összegzését tekinthetjük át.

Más kérdés, hogy egy átlagos hazai iskolában, a mindennapok gyakorlatában hogyan valósíthatók meg a külföldi szakirodalomból megismerhető módszerek. Mennyire vannak birtokában a – meglehetősen leterhelt – tanulók és tanáraik az alkalmazásokhoz szükséges digitális és idegen nyelvi kompetenciáknak? Milyen mértékben biztosított mindehhez az informatikai és infrastrukturális

háttér? A kémia viszonylatában is bőven találunk példákat – ötletes és (pl. az egyenletek rendezésénél, a képletek alkotásánál, a molekula-modellezésnél és a mérési feladatoknál is) jól alkalmazható – okostelefonos applikációkra (*Főző*, 2016). A különböző alkalmazások (pl. a szerves kémiai vonatkozású Labster, Chairs!, Chirality-2, Bacon (*The Next Chemist*, 2019) előnyei közé tartozik a kudarcélményektől mentes tanulás lehetősége és az, hogy a diákokat a problémák különböző szemszögből történő megközelítésére ösztönzi. A virtuális valóság azonban csak kiegészítheti, de nem pótolhatja azt az élményt, amelyet a tanulók által önállóan végzett és az összes érzékszervvel megtapasztalható kísérletek jelentenek (*Egri*, 2018).

Jelen munka célja az, hogy olyan (saját ötleten alapuló, kipróbált), minimális költségigényű, játékos demonstrációs és kísérleti eszközöket mutasson be, amelyek bármely iskolában egyszerűen elkészíthetők és alkalmazhatók. Szerző szeretne ezeknek az oktatásban megtapasztalt pozitív hatásaira is kitérni. Véleménye szerint a játékon alapuló tanuláshoz nincs feltétlenül szükség digitális eszközarzenálra, még a mindennapjainkat uraló okostelefonokra sem – bár ezek a tapasztalatok rögzítésénél és az eredmények bemutatásánál nagyon hasznosak lehetnek.

## Néhány játékos demonstrációs és kísérleti eszköz, módszer leírása

### 1/ „Al-ternatív” alu-flakonok

a/ „Al-legorikus” **peptidmodellek**: A fehérjealkotó **aminosavak** és a belőlük felépülő **polipeptid-láncok** szerkezetének bizonyos jellegzetességei jól szemléltethetők pl. a szemétkbe kerülő alumínium flakonok, mint építőelemek segítségével. Az üres dobozok egyforma alja és nyitófüllel ellátott fedele jelképezi a monomerek azonos aminosav- és karboxil-csoportjait, míg az eltérő márkajelzések az oldalláncok különbségeire utalnak. Segítségükkel (pl. 3×6 azonos flakon esetén) a fehérjék elsődleges szerkezetének lényege is bemutatható. Egy 3 különböző aminosavból álló tripeptid  $3! = 6$  eltérő aminosav-szekvenciáját egyszerű permutációs művelettel is előállíthatják a diákok (más „sörrend” → más fehérje). Tovább lépve, akár a másodlagos szerkezeti szint makettjei is elkészíthetők az alumíniumdobozokból. A



flakonok nyitófülein áthúzott drót segítségével az  $\alpha$ -helikális, a hengerpalástok közepének átellenes pontjain átfűzött zsinórral pedig a  $\beta$ -lamelláris struktúrához hasonló modell is megalkotható. A másodlagos szerkezet bemutatásánál a flakonokat célszerű össze is préselni, így azok még jobban szimbolizálhatják a peptidsíkokat. (A dobozok két vége itt értelemszerűen a peptidcsoportok N – H, illetve C = O „sarkait” szimbolizálja.) (1. ábra) Kissé időigényesebb feladat lehet (de innen már csak egyetlen lépés) a harmadlagos szint modelljének elkészítése az előbbieik kombinálásával.



1. ábra. „Aminosav-szekvenciák” és „peptidsíkok” – alumínium flakonokból

b/ „Flakon-frász, el ne alu-dj”: Az alumínium flakon, mint „detonátor” segítségével a pezsgőtabletták oldódása során lejátszódó kémiai reakció is szemléletesebbé tehető. Kinder-tojás műanyag tokját kettéválasztjuk (célszerű a régebbi, 2 külön darabból álló típust használnunk). Egyik felébe 1-2 tablettát helyezünk, a másikba pedig vizet öntünk. Gyorsan összezárva és kivágott tetejű alu-flakont ráborítva a fejlődő szén-dioxid erőteljes pukkanással veti szét a kapszulát, csörömpölve magasba repítve a dobozt. A hatás a 0,33 l-es űrméret alkalmazásával még erőteljesebb lesz; egyszerre több, egymásra helyezett flakonnal és emeletenként 1-1 „tojással” pedig tovább fokozható.

Két régebbi típusú, eltérő színű Kinder-kapszulából a poláris molekulák szemléletes modellje is elkészíthető. Két-két mágneset megfelelően elhelyezve és tömítőanyagot, pl. vattát téve a különböző színű felekből összekombinált műanyag tokokba, azok tökéletes kis dipólusként viselkednek. Azonos színű pólusaikkal egymást taszítót, az eltérőkkel

pedig vonzó, szemléletes kis demonstrációs eszközként a gyerekekre is vonzó hatást gyakorolnak.

Három egyforma alu-dobozzal és egyetlen műanyag tokkal pedig a jól ismert „itt a piros, hol a piros” újabb – a tanulás szolgálatába állított – változatát tudjuk megvalósítani. (Ebben az esetben elegendő egyetlen pezsgőtabletta is, a késleltetés érdekében.) Itt a játékot egy olyan TOTO-feladattal köthetjük össze, ahol a helyes választ – 1, 2, X jelöléssel ellátva a flakonokat – a felrepülő doboz jelzi. A kérdések (stílszerűen) szólhatnak pl. az alumínium fizikai/kémiai/tulajdonságairól, felhasználásáról, előállításáról, illetve annak környezetkémiai vonatkozásairól.

2/ „*Macisajt-Maniac*”: Az ömlesztett sajtok kördobozos csomagolása szintén remekül hasznosítható alapanyagot biztosít a kémiát (is) szerető, játékos kedvű diákok és tanárok számára.

a/ Szemléletes térbeli DNS-modell készíthető a korongszerű sajtos dobozokból (4 különböző termék felhasználásával), ahol a négyféle doboz szisztematikusan az adenin, timin, guanin és citozin bázisoknak feleltethető meg. A kördobozokat csigalépcső-szerűen egymásra helyezve, két párhuzamos lánc építhető, ahol (a DNS spiráljának analógiájára) 10 doboz jut 1 teljes fordulatra. Bár ez a modell nem jeleníti meg a cukor-foszfát-gerincet, de a *komplementer* jelleg remekül bemutatható vele (ügyelve az egymással szemben elhelyezkedő A-T és G-C párokra). Akár az *antiparalel* sajátság is szemléletessé tehető, ha a párhuzamos „csigalépcsőkben” ellentétes pozícióban helyezük el a dobozokat. Egy 5. típusú (az uracilt jelképező) kördobozzal a DNS-láncon felépülő mRNS-molekulát is modellezhetjük. (Célszerű úgy kiválasztani az U-t szimbolizáló elemet, hogy az csak kisebb mértékben, pl. színárnyalatában/limitált jellegében különbözzön a T-t jelképezőtől.) (2. ábra)

Az ehhez kapcsolódó térbeli memóriajáték során a gyerekek egy 10 „kördoboz-nukleotidból” álló makettet kapnak, amit csak meghatározott, rövid ideig tekinthetnek meg. Ez alapján kell megépíteniük a párhuzamos DNS/mRNS-láncot. Annak elkészültével hozzá kell illeszteniük az eredeti „templát”-hoz az általuk összerakott modellt, ekkor derül ki, mennyire pontosan dolgoztak. A feladat értékelésekor mind a „replikáció”, vagy „transzkripció” pontosságát, mind annak gyorsaságát pontozhatjuk. (Ez a játék a diákok térlátásának,

vizuális memóriájának fejlesztését is elősegíti, hiszen agyuk itt egyfajta „bio-3D-nyomtatóhoz” hasonlóan működik.)



2. ábra: Nukleotid -„kirakó” – sajtos kördobozokból

b/ A „macisajtos tekerős puska” a kémiai számítások megoldása során nyújthat hasznos segítséget. Mind a közép- mind az emelt szintű feladatokban sok, a kémiai anyagmennyiséggel összefüggő egyéb fizikai/kémiai mennyiség kiszámítását szükséges gyorsan elvégezni. Az aránypárok felírása helyett időtakarékosabb lehet az (ezekből levezethető) ún. „háromszöges összefüggések” (régebbi és – szerző véleménye szerint indokolatlanul – pejoratív elnevezéssel illetett „szamárháromszögek”, ld. *m-V-ρ*) alkalmazása. (Bár egy rutinos feladatmegoldó az aránypárokkal is könnyedén és gyorsan dolgozik, a háromszögek alkalmazásával – szerző tapasztalatai alapján – tovább gyorsítható a számítások üteme, hiszen csak be kell helyettesíteni azokba a megfelelő értékeket. Emellett kiküszöbölhető az a hiba, amikor a tanuló az aránypár alsó sorában szereplő harmadik mennyiséget – véletlenül, akár a sietségből adódóan – nem a felső sor megfelelő értéke alá írja.) Az általunk legtöbbször használt 6 ilyen összefüggés:

- az aktuális tömeg, az anyagmennyiség és a moláris tömeg:  $m-n-M$ ,
- az adott részecskeszám, az anyagmennyiség és az Avogadro-féle szám:  $N-n-N_A$ ,
- gázok esetén az aktuális térfogat, az anyagmennyiség és a moláris térfogat:  $V_g-n-V_M$
- az oldott anyag anyagmennyisége, az oldat térfogata és a mólkoncentráció:  $n_{oa}-V_o-c_M$

- az aktuális hőmennyiség, az anyagmennyiség és a képződéshő:  
 $\Delta H - n \cdot \Delta H_K$
- illetve a megadott töltésmennyiség, az anyagmennyiség és az ionok töltésszámával megszorozott Faraday-állandó:

$Q - n \cdot z \cdot F$  között írható fel

A „puska” készítése során a fenti mennyiségek szimbólumait csúcsukkal felfelé álló, egyenlő oldalú háromszögekbe kell beírni úgy, hogy a felsorolásokban szereplő első betű felül, a második (az anyagmennyiséget jelző) a bal alsó, a harmadik pedig a jobb alsó sarokban helyezkedjen el. (Az egymás feletti pozíciók értelemszerűen az osztást, az egymás mellettiek pedig a szorzást jelképezik: a tanulók két ismert mennyiségből így gyorsan ki tudják számítani a harmadikat.) A doboz alsó részének belsejét 6 egyenlő körcikkre osztva, bele kell ragasztani az azokkal kb. megegyező nagygú háromszögeket. Az anyagmennyiségközponti szerepére úgy utalhatunk, ha „ $n$ ” a kör középpontja felé esik. (Ez alól csak a negyedik összefüggés jelent kivételt, hiszen itt az anyagmennyiségnek – értelemszerűen – a háromszög felső csúcsán kell elhelyezkednie.) A kördoboz fedőlapján egy 60°-os körcikknek megfelelő nyílást vágva, és a keresett összefüggésre forgatva azt, a kis eszköz máris „beélesített” állapotba került.

(A „csökkentett üzemmódban működő” – csak az első 4 felsorolt összefüggést tartalmazó – változat 4 kisebb háromszögre osztott egyenlő oldalú háromszögbe rajzolva, vagy „3D”-s kivitelben, egy szabályos tetraéder oldallapjaira ragasztva is elkészíthető.) E játékos kis eszközök használata a gyakorló feladatok megoldásánál javasolt: segítségükkel könnyebb memorizálni a számítások során alkalmazandó, fontos összefüggéseket.

3/ „Zsugabubus” – a periódusos rendszerben: Bár 2019 valószínűleg a világlárvány kitörése miatt marad örökre emlékezetes, a természettudományos közvélemény a Mengyelejev-féle periódusos rendszer 150. születésnapjáról sem feledkezett meg. Számos papíralapú, illetve digitális társasjáték is készült erre az alkalomra. (Kérdés, ezekből mennyi és milyen szinten hozzáférhető egy átlagos iskolában...) Egyszerűen megvalósítható gamifikációs lehetőséget kínál

pl. a 32 lapos magyar kártya és a „kis” (csak az első 4 periódus főcsoportjait feltüntető) periódusos rendszer között rejllő, játékos analógia. A táblázat négy sora megfeleltethető a kártya 4 alapszimbólumának („színekek”), a nyolc főcsoport pedig a 8 különböző lapértéknek. (A kis periódusos rendszert írásvetítővel/projektorral mágneses táblára kivetítve segíthetjük a tanulók munkáját: az adott kártyalapokat a megfelelő elem mezőjének kivetített képére rögzítve gyorsabban átlátható a megoldás. A diákok akár okostelefonjaikat/tabletjeiket is használhatják a megfejtés során.) Egy lehetséges játékötlet (a megoldások zárójelben szerepelnek):

A tanár meghatározza, melyik periódust melyik szín, illetve melyik főcsoportot melyik lapérték kódolja. (Ezt természetesen nem ismerhetik a diákok, a megfejtés során kell kideríteniük.) Alapszabály, hogy – bár mindegyik lapérték kódolhatja az első főcsoportot – attól kezdődően a többi lapnak is szabályos, „periodikus” sorrendben kell következnie. A pedagógus 3, különböző periódusba és főcsoportba tartozó kémiai elemre vonatkozóan elemenként 3 (összesen 9) információt adhat meg. Célszerű minél többféle (pl. atomszerkezeti, fizikai, kémiai, biológiai, gyakorlati, tudománytörténeti, illetve környezetkémiai) adatot közölni (akár humoros formában), ezzel is segítve a komplex szemléletmód fejlődését. Pl.:

- „Tell Vilmos”: vakító fénnel égő könnyűfém, oxidját a szertornászok gyakran használják. (*Mg*)
- „Tök király”: a félvezető technikában használatos fém, amely tenyerünkre helyezve lecsorog, Mengyelejev még nem ismerhette és „eka-alumíniumnak” nevezte el. (*Ga*)
- „Zöld hetes”: nemfémes elem, amelyet a pillangós virágú növények (némi bakteriális segítséggel) képesek a levegőből megkötni, alapállapotú atomja 3 párosítatlan elektronnal rendelkezik. (*N*)

A fenti információk helyes dekódolása után könnyen kideríthető, hogy a makk felső a 3. periódus és a II. főcsoport, a tök király a 4. periódus és a III. főcsoport, a zöld hetes pedig a 2. periódus és az V. főcsoport adott elemének feleltethető meg. A második periódust tehát a „zöld”, a harmadikat a „makk”, a negyediket pedig a „tök” színek fedik le. (A játék alapszabályából – kizárásos alapon – kikövetkeztethető, hogy az első – mindössze a hidrogénből és a héliumból álló – rövid periódus jelenti a

„pirosat”) Az I. főcsoport felel meg az alsónak, a II. a felsőnek, a III. a királynak, a IV. pedig az ásznak. (A szabályoknak megfelelően így az V. főcsoportot jelentik a hetesek, a VI. főcsoportot a nyolcasok, a hetediket a kilencesek, a nyolcadikat pedig a tízes értékű lapok.) Mindezek figyelembe vételével a tanulók megválaszolhatják pl. az alábbi (részben humoros) kérdéseket:

„Level 1.” Melyik kémiai elemet rejti „*Stüszí vadász?*” (Mivel az említett figura a tők felső, ezért – fenti információk birtokában – a II. főcsoportba és a 4. periódusba tartozik, tehát a *kalcium* a keresett elem.)

„Level 2.” Melyik kártyafigura jelképezi azt a könnyűfémeket, amelynek vegyjele „kínaiul hangzó” és nélküle nem működne okostelefonod akkumulátora? (A diákoknak remélhetőleg rögtön „beugrik” a *lítium*, „*Li*” pedig a 2. periódusba és az I. főcsoportba tartozik. Így azt a *zöld alsón* látható „*Fürst Walter*” jelképezi.)

„Level 3.” Mi köze van ebben a periódusos rendszerben „*Rob Schneider*”-nek a szappanhoz? (Az említett filmsztár egyik legismertebb főszerepét a „*Tök alsó*” c. filmben játszotta, amely megfelel a 4. periódus I. főcsoportjában elhelyezkedő *káliumnak*. Ennek egyik vegyületét, a *kálium-karbonátot*, triviális nevén a *hamuzsirt* gyakran használták szappanfőzésre.)

A periódusos rendszer – „kezdő” és „haladó” szinten egyaránt – alkalmazható akár egy titkosírás kódjaként is, ahol az elemek rendszámai (1-től 26-ig) a latin ABC-ből ismert betűk sorszámainak feleltethetők meg. Így kódolhatók velük például híres külföldi és magyar vegyészek nevei is (pl. CHArHBeHMn – Faraday, FArFSiMnF – Irinyi). Mengyelejev alkotása – felépítése alapján – szinte tálcán kínálja egy „klasszikus” (mezőkre osztott, dobókockával játszható) társasjáték lehetőségét. A népszerű „Monopoly” mintájára akár „Chemopoly” is készülhetne belőle, már „csak” könnyen átlátható, ugyanakkor megfelelő tudományos alapokkal is rendelkező szabályrendszert kellene megalkotni hozzá...

4/ „*Le Chatelier elv – a’la Carte(sius)*”: *René Descartes* (1596-1650) francia filozófus, matematikus és természetkutató – ma már klasszikusnak számító – kísérleti berendezésének, az ún. *Cartesius-búvárnak* – a 21. századi, műanyag palackban működtetett változata

(remélhetőleg) gyakran használatos az általános és középiskolai fizikatanításban. A könnyen és gyorsan elkészíthető, szemléletes és játékos kísérleti berendezéssel remekül bemutatható számos törvényszerűség. Ilyenek pl. a felhajtóerő, *Pascal törvénye*, a folyadékok „összenyomhatatlan” jellege és a gázok nagymértékben változó térfogata. Szemléletesen modellezi a változtatható átlagsűrűségű testek: pl. egyes vízi állatcsoportok (csontoshalak, csigaházás polipok) és közlekedési eszközök (tengeralattjárók) különböző pozícióját (úszás, lebegés és elsüllyedés) is. Kis módosítással a kémiai egyensúly eltolódása is szépen demonstrálható vele. Az ehhez szükséges eszközök és anyagok:

- néhány cm<sup>3</sup>-es térfogatú, (pl. aromás) üvegcsé, vagy kisméretű kémcső („búvár”)
- 2-3 dl-es (pl. ivóleves) flakon, felnyitható dugójú, lecsavarható kupakkal
- 150-250 cm<sup>3</sup>-es főzőpohár („tanmedence”)
- csipesz, cseppentők, vegyszerkanál
- pezsgő- és citrompótló tabletták, NaOH/KOH-pasztilák
- indikátor (metilvörös/brómtimolkék)-oldatok

A „tanmedence” a bűvár megfelelő beállítása miatt fontos: célszerű úgy bekalibrálnunk (cseppentő segítségével) az üvegcsébe juttatott néhány mm-es vízszlopot, hogy a csövecské éppen csak kiemelkedjen a vízből és könnyedén lemerülhessen. Ezután helyezük el az indikátor-oldattal (ez a „lányos” változatban lehet pl. metilvörös, a „fiús” verzióban pedig brómtimolkék) színültig megtöltött flakon tetején és már indulhat is a játék!

A kísérleti eszköz működésének alapját az a jól ismert, egyensúlyra vezető kémiai reakció jelenti, amely (leegyszerűsítve) a

$$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$$
 egyenlettel leírható és akár a nyolcadikosok számára is érthető. Pezsgőtabletta-darab bedobásával mindkét kiindulási anyag koncentrációja növelhető, citrompótló hozzáadásával csak az egyiké. Ezért az előbbi eseten jóval gyorsabb és intenzívebb gázfejlődés és színváltozás következik be és a „búvár” is hamarabb kezd el merülni. Az oldatot alaposan meglúgosítva pedig az ellenkező irányba tolható el az egyensúly: a gázfejlődés újabb pezsgőtabletta-darabka hatására is legfeljebb minimális lesz, és

„búvárunk” sem süllyed el. Ügyelve arra, hogy a flakonban lévő oldat ne kavarodjon fel, végül „bikolor” (szerencsés esetben akár „trikolor”) palackhoz is juthatunk, amely a metilvörös, vagy a brómtimolkék-indikátor különböző színeiben pompázik.

A lezárt flakon kétfázisú, zárt rendszert jelent, a (túlnyomó részét kitöltő) folyadékfázis feletti gáztérben összegyűlik a szén-dioxid (amely a kísérlet egy-egy lépése után kiengedhető a dugó felnyitásakor). A nyomás változására a búvárként működő üvegcsse érzékenyen reagál pozíciójának megváltoztatásával. Így a módosított *Cartesius-búvár* segítségével a *Le-Chatelier-Braun-elv* is remekül demonstrálható. A „bikolor” jellegű a reagáló anyagok (a tömény lúgoldat, illetve a felette elhelyezkedő citrátoldat) eltérő sűrűsége miatti korlátozott keveredés okozza.

A fizikai és kémiai és törvényszerűségek mellett biológiai, vagy akár tudománytörténeti, történelmi vonatkozásokra is kitérhetünk (pl. *Archimedes*, U-boat-ok, a halak úszóhólyagjának működése, a *Nautilusok* lebegése, a szovátai, magas sótartalmú Medve-tó vizének sűrűség szerinti rétegződése és „hőcsapdaszerű” működése Erdélyben). A *Cartesius-búvár* mai, műanyag palackos (mind a megszokott, ujjnyomásra működő, mind a fentiekben ismertetett) változata remekül alkalmazható a dinamikus egyensúly fogalmának kiterjesztésére. Maga a búvár teste is akár többféle verzióban kivitelezhető: az üvegcsére pl. színes, csillogó szaloncukor-papírból kivágott „kiegészítők” ragaszthatók (így „polip”, „csikóhal”, vagy akár „horgony” is megalkotható). Üveg helyett olcsó, műanyag golyóstollak (alufóliával kibélelt, kis csavaralátétekkel, vagy gyurmával nehezített, kiegyensúlyozott) nyeles kupakjából is készülhet. Az interaktív kísérleti eszközhöz gyakran szellemes kis kerettörténetet is kitalálnak a gyerekek (pl. a „feledékeny”, vissza-visszatérő Columbo-t pezsgős vacsorára invitálják, Búvár Kund a jacuzziban stb.). A PET-palackokkal, vagy a korallzátonyok mészvázainak képződésével kapcsolatos szerves/szervetlen/környezetkémiai TOTO szintén hatásosan egészítheti ki az interaktív feladatot.

## **Tapasztalatok, összegző gondolatok**

Játékos segédeszközök felhasználásával a diákok rendkívül sokoldalúan fejleszthetők. Manuális készségük, térlátásuk, kreativitásuk és



(kiscsoportos tevékenységi forma esetén) kooperativitásuk is hatékonyan formálható. A bemutatott kis ötletek az empirikus alapú és a komplex szemléletmód, valamint az absztrakciós képességek kiteljesítésére szintén jól alkalmazhatók. Megfelelő informatikai háttér jelenlétében a tanulók digitális és idegen nyelvi kompetenciái is kedvező irányba fejlődhetnek. Mivel az eszközökhöz felhasznált papír, alumínium és műanyag egyébként a hulladékba kerülne, ezért a diákok ökológiai szemléletmódja is erősíthető ezzel a módszerrel. A környezetvédelemhez kapcsolódóan ajánlott különböző nehézségű és típusú kvízfeladatok (a TOTO mellett pl. keresztrejtvény, párosító típusú fejtörő, szódominó) elkészítése is. A környezettudatosság további erősítése érdekében ezek egy része megalkotható akár digitálisan is (pl. Google feladatlap, vagy Kahoot! alkalmazás formájában).

Szerző nemcsak a tanulókísérleti órákon vagy érettségi előkészítőkön alkalmazza szívesen az itt említett kis eszközöket. A Kutatók Éjszakáin, az AJTP „bennmaradós” hétvégéin, a nyílt napok bemutató óráin, vagy a környezetvédelmi témájú projektnapokon egyaránt népszerű programelemek. A tapasztalatok alapján a gyerekek is szívesebben sajátítják el ilyen formában az ezekhez köthető ismereteket, általában lelkes partnerek a játékos feladatok megoldásánál. Az elvégzett kísérletekről gyakran készítenek ötletes és színvonalas prezentációkat. A látottak mélyebb elemzéséig, értelmezéséig azonban általában csak kevesen jutnak el.

Az ÁVG 2020-ban (illetve 2021-ben) érettségizett 12. A (6 évfolyamos) osztályának diákjai viszont nagyon eredményesen kamatoztatták az interaktív, kísérleti órákon tanultakat is (annak ellenére, hogy – a pandémia okozta rendkívüli helyzet miatt – csak az érettségi vizsga jóval nehezebb, írásbeli részét állt módjukban teljesíteni). Eredményeikhez bizonyára az is hozzájárult, hogy a 10. osztállyal bezárólag a kémiát is (heti 2 órában) csoportbontásban tanulhatták. (A 11-12. évfolyamon pedig ugyanilyen óraszámban vehettek részt előkészítőn.) A 27 fős osztály 5 tanulója (!) érettségizett emelt szinten kémiából, 73%-os átlageredménnyel. (A feladatsorokat 53, 60, 80, 83 és 90 %-ra teljesítették, második legjobb eredményt elérő diákunk kémiából idén májusban tett érettségi vizsgát.) Szerző információi alapján ma mindnyájan az Általános Orvostudományi Kar hallgatói a Debreceni Egyetemen, illetve a Semmelweis Egyetemen.

A fentiekben említették egy része a jövőben is hasznosítható lenne pl. különböző szintű tanulmányi versenyeken, vagy a 2024-től bevezetésre tervezett természettudományos projekt-érettségik alternatív feladatai között is. Kémiaoktatásunk – a mesebeli Hamupipőkéhez hasonlóan, évszázados hagyományaihoz hűen – akár mostoha feltételek között is képes csodálatos eredményeket felmutatni. Jó lenne, ha „Kemopipőkénknek” is segítségére sietne végre már egy mesebeli tündér – néhány, a természettudományok szempontjából is hasznos közoktatási reform „képében”!

## Irodalom

Banerjee, K. (2019): Can Games Based Learning Enhance Learning of Chemistry? Pan-Commonwealth Forum, 9-12 September 2019, Edinburgh, Scotland.

<http://oasis.col.org/handle/11599/3231>

Borbás Réka (2018): Játékos lehetőségek a kémia tanításában. XXVI. Kémiantári Nyári Továbbképzés, EKE, Eger. Előadás összefoglalók: 27. (e-book)

Dobóné Tarai Éva, Sarka Lajos, Tóth Zoltán (2016): Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben. Magyar Kémikusok Lapja (71): 353-357.

Egri Károly (2018): Csempés kísérletekkel kapcsolatos tapasztalatok és ötletek. Középiskolai Kémiai Lapok (XLV) 275-284.

Fontana, M.T. (2020): Gamification of ChemDraw during the COVID-19 Pandemic: Investigating How a Serious, Educational-Game Tournament (Molecule Madness) Impacts Student Wellness and Organic Chemistry Skills while Distance Learning. Journal of Chemical Education (97/9) 3358-3368.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00722>

Főző Attila László (2016): Mobileszközök a kémiaoktatásban. Magyar Kémikusok Lapja (71) 358-360.

Kapp, K. (2012): The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. John Wiley & Sons, 336 p.

[https://books.google.hu/books/about/The\\_Gamification\\_of\\_Learnig\\_a nd\\_Instruc.html?id=M2Rb9ZtFxccC&redir\\_esc=y](https://books.google.hu/books/about/The_Gamification_of_Learnig_a nd_Instruc.html?id=M2Rb9ZtFxccC&redir_esc=y)

Kenney, J. (2020): What is Gamification in Education?

<https://www.chemedx.org/blog/what-gamification-education>

Mellor, K. E., Coish, P., Brooks, B. W., Gallagher, E. P., Mills, M., Kavanagh, T. J., Simcox, N., Lasker, G. A., Botta, D., Voutchkova-Kostal, A., Kostal, J., Mullins, M. L., Nesmith, S. M., Corrales, J., Kristofco, L., Saari, G., Steele, W. B., Melnikov, F., Zimmerman, J. B., Anastas, P. T. (2018): The safer chemical design game. Gamification of green chemistry and safer chemical design concepts for high school and undergraduate students. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 11:2, 103-110.

<https://www.researchgate.net/publication/323592329> The safer chemical design game Gamification of green chemistry and safer chemical design concepts for high school and undergraduate students

Stojanovska M., Velevska B. (2018): Chemistry Games in the Classroom: A Pilot Study. *Journal of Research in Science Mathematics and Technology Education*. 1(2): 113-142.

<https://www.researchgate.net/publication/326195182> Chemistry Games in the Classroom A Pilot Study

Szakács Erzsébet (2018): Gamifikáció a 8. osztályos kémia tanításában. XXVI. Kémia tanári Nyári Továbbképzés, EKE, Eger. Előadás összefoglalók: 24. (e-book)

Tóth Zoltán, Sarka Lajos (2015): Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben. In: Bohdaneczky L-né, Sarka L. és Tóth Z. (2015): Kémia tanárok szakmódszertani továbbképzése. (Szaktárnet-könyvek 13.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. 95-124.

[http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/kemiatanarok\\_szakm\\_tovabbk.pdf](http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/kemiatanarok_szakm_tovabbk.pdf)

The Next Chemist (2019): The Next Chemist blog

<https://thenextchemist.wordpress.com/2019/03/27/gamification-in-organic-chemistry/>

(a feltöltés ideje: 2019.03.27., a letöltés ideje: 2021. 10.12)

## 54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny 2022 Versenykiírás

**A VERSENY MEGHIRDETŐJE:** a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztálya és a Debreceni Egyetem.

**A VERSENY CÉLJA** a tehetséget felismerni, gondozni, a tehetség kibontakoztatását segíteni a magyarországi és a határon túli magyar kémiaoktatásban.

Az Országos Tanulmányi Versenyek évenként megújuló és bővülő szakmai rendezvények. Fő céljuk a tehetségek felkutatása, gondozása és kiválasztása. A közoktatás egészére vonatkozó reformtörekvések kiemelt szerepet szánnak a tehetséggondozásnak, az alkotóképesség fejlesztésének és kiterjesztésének. Az egyéni teljesítményekben tükröződik az iskolában folyó pedagógiai munka, a pedagógusok szakmai felkészültsége, az oktatómunka hatékonysága.

Az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny (Irinyi OKK), mint a kémiaoktatás eszköze évtizedek óta jelen van Magyarországon, és a határon túli magyar kémiaoktatásban is egyedülálló szerepet tölt be. Egyrészt a tehetségkutatás eszköze, másrészt növeli a tanulás és tanítás hatékonyságát. A versenyfeladatok kiválasztásának alapelvét a következőképpen fogalmazhatjuk meg: A kitűzött feladat a versenyző tudásának mélységét, és ne csak a mennyiségét mérje, vagyis a probléma megértése vagy a megoldáshoz vezető út késztesen gondolkodásra. A feladatok egy részének megoldásában segítséget nyújthat az előző fordulók feladatsorainak részletes megoldása. A feladatokat úgy kell megválasztani, hogy a kitűzött időn belül megoldhatók legyenek.

A feladatok készítőinek célkitűzései azok, hogy a kommunikációs, a narratív, a döntési, a szabálykövető, a lényegkiemelő, a problémamegoldó, a kritikai, valamint a komplexitást és az információk kezelésével kapcsolatos képességeket (kulcskompetenciákat) próbálja meg mérni természettudományos és azon belül kémiai szempontból.

A Versenybizottság közvetett céljai között szerepel – tudván, hogy a versenyek visszahatnak a mindennapi oktatásra –, hogy az egész magyar kémiaoktatást pozitív irányba befolyásolja, hangsúlyosan a képességközpontú, gyakorlatorientált tanítás irányába.

## **A VERSENY KATEGÓRIÁI KORCSOPORTOK SZERINT:**

### **Az I. kategóriába tartoznak a 9. évfolyam tanulói.**

- **I.a.** kategóriába tartoznak azok a tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nincs heti 3-nál több kémiaórája.
- **I.b/1.** kategóriába tartoznak azok a gimnáziumi tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen több mint heti 3, de nem több mint heti 4 kémiaórája van.
- **I.b/2.** kategóriába tartoznak azok a tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen több mint heti 4 kémiaórája van.
- **I.c.** kategóriában versenyezhetnek azon technikumok tanulói, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nem több mint heti 4 kémiaórája van.

### **A II. kategóriába tartoznak a 10. évfolyam tanulói.**

- **II.a.** kategóriába tartoznak azok a tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nincs heti 3-nál több kémiaórája.
- **II.b/1.** kategóriába tartoznak azok a gimnáziumi tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen több mint heti 3, de nem több mint heti 4 kémiaórája van.
- **II.b/2.** kategóriába tartoznak azok a tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen több mint heti 4 kémiaórája van.
- **II.c.** kategóriában versenyezhetnek azon technikumok tanulói, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nem több mint heti 4 kémiaórája van.

## **A JELENTKEZÉS ÉS A RÉSZVÉTEL FELTÉTELEI:**

A versenyben részt vehetnek valamennyi magyarországi és határon túli magyar középiskola nappali tagozatos 9-10. évfolyamos, ill. ennek megfelelő évfolyam tanulói és magántanulói. Az évhalasztást kapott tanulók az adott évben nem vehetnek részt a versenyen. A tanulóknak a versenyre az iskola igazgatójánál kell jelentkezni. Az iskolák on-line módon jelentkeztetik a diákokat a megadott határidőig az Irinyi OKK honlapján elérhető on-line rendszert használva (<https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/regisztracio>).

### **A versenyen való részvétel kizáró okai:**

A bizottság vezetője, valamint a feladatokat ismerő tag nem lehet olyan személy, akinek tanulói, rokonai, hozzátartozói indulnak a versenyen.

## **A VERSENY TÉMÁJA, ISMERETANYAGA, FELKÉSZÜLÉSHEZ FELHASZNÁLHATÓ IRODALOM:**

Az elméleti verseny anyagának alapja az általános- és középiskolákban tanult kémia, kategóriánként értelmezve. Az Irinyi OKK Versenybizottság a feladatok összeállításakor tekintettel lesz a kerettantervek kiadásának és jogállásának rendjére vonatkozó 51/2012. (XII. 21.) számú EMMI rendelet mellékleteiként megjelent kémia kerettantervek tartalmára, valamint az 5/2020 (I.31.) Kormányrendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI.4. Korm. rendelet módosításáról megnevezésű jogszabály alapján készült kerettantervek tartalmára (<https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek/>), azonban fenntartja a jogot, hogy (a verseny tehetséggondozó jellegéből fakadóan) a kerettantervek által választható tananyagként megjelölt ismeretekre épülő feladatokat is kijelöljön. Mind az elméleti, mind a számítási feladatok egy része túlmutat a középiskolás anyagon, de a megoldáshoz szükséges fogalmak és eszközök leírása megtalálható a feladat szövegében. A megoldáshoz szükséges a leírtak megértése, és azok alkotó alkalmazása. A versenyzők elméleti ismeretei terjedjenek ki az alkalmazott és a környezeti kémiára, valamint a kémia történetének magyar vonatkozásaira, és főként, legyenek beágyazva az integrált természettudományos szemléletbe. A gyakorlati versenyen a logikai-kombinatív készségek és az eszközhasználat mellett a manuális

készségek fejlesztését is igénylő elemzésben kell jártasságot bizonyítani. **A döntő, 3. fordulóban a laboratóriumi gyakorlatok anyaga:**

- a 9. osztályos versenyzőknek sav-bázis titrálások (erős vagy gyenge, egy- vagy többértékű savak és bázisok),
- a 10. osztályos versenyzőknek reagens nélküli minőségi analízis. Az ismeretlenek reagenskénti használata szükségessé teszi a kémiai ismeretek felhasználásával történő kombinatív gondolkodást. A következő ionok egymással, illetve a felsorolt savakkal és bázisokkal lejátszódó reakcióit (tapasztalat, reakcióegyenlet) kell ismerniük a versenyzőknek: kationok:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ; anionok:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ; savak, bázisok:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_3$ .

A megyei (budapesti) forduló laboratóriumi feladatait a helyi szervező és versenybizottság állítja össze, a döntő forduló gyakorlati anyagához kapcsolódó módon. A felkészüléshez segítséget nyújtanak a [www.irinyiverseny.mke.org.hu](http://www.irinyiverseny.mke.org.hu) weboldalon található anyagok és a Középiskolai Kémiai Lapokban megjelent ismertetőik és feladatok, valamint a nagy számban elérhető feladatgyűjtemények.

**A versenyen a következő elméleti és számolási témakörök ismeretét kérjük:**

**I.a. és I.c. kategória:**

**1. forduló (iskolai forduló):**

**Elmélet:** atom- és molekulaszervezet, az atomszerkezet és a periódusos rendszer kapcsolata, halmazszerkezet

**Számolás:** anyagmennyiség és moláris mennyiségek, sűrűség, relatív sűrűség, molekulaképlet-meghatározás, oldatkészítés – tömegszázalék

**2. forduló (fővárosi, megyei forduló):** az 1. forduló anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** oldhatóság, oldódás energiaviszonyokkal

**Számolás:** oldhatósággal, oldatkészítéssel és oldatösszetétellel kapcsolatos számítások, kristályvizes anyagok képlete, oldatkészítés kristályvizes anyagokkal is, kikristályosítás, egyszerűbb és összetettebb sztöchiometriai számítások

**3. forduló (országos döntő):** az előző fordulók anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** termokémia, reakciókinetika, kémiai egyensúly

**Számolás:** termokémiai számítások, egyensúlyi számítások

**I.b/1. és I.b/2. kategória:**

**1. forduló (iskolai forduló):**

**Elmélet:** atom- és molekulaszervezet, az atomszerkezet és a periódusos rendszer kapcsolata, halmazszerkezet, oldhatóság, oldódás energiaviszonyokkal

**Számolás:** anyagmennyiség és moláris mennyiségek, sűrűség, relatív sűrűség, molekulaképlet-meghatározás, oldatkészítés, oldatösszetétel átszámítása

**2. forduló (fővárosi, megyei forduló):** az 1. forduló anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** termokémia, reakciókinetika, kémiai egyensúly

**Számolás:** kristályvizes anyagok képlete, oldatkészítés kristályvizes anyagokkal is, kikristályosítás, termokémiai számítások, sav-bázis titrálás, porkeverékek

**3. forduló (országos döntő):** az előző fordulók anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** reakciótípusok, sav-bázis reakciók, sóhidrolízis, redoxireakciók

**Számolás:** reakciókinetika, egyensúlyok, redoxireakción alapuló számítások

**II.a., II.b/1. és II.c. kategória:** az I. kategória teljes anyaga, az alábbiakkal kiegészítve:

**1. forduló (iskolai forduló):**

**Elmélet:** elektrokémia; valamint TANULMÁNYOKTÓL FÜGGŐEN

nemfémek és vegyületeik	VAGY	szénhidrogének, ezek reakciói
-------------------------	------	-------------------------------

**Számolás:** elektrolízis, képletmeghatározás, gázelegyek összetétele, reakción alapuló oldatkészítés és oldatösszetétel



**2. forduló (fővárosi, megyei forduló):** az 1. forduló anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** TANULMÁNYOKTÓL FÜGGŐEN

teljes szervesetlen kémia és szénhidrogének	VAGY	teljes szerves kémia, valamint hidrogén és VI-VIII. főcsoport elemei és vegyületei
---	------	--

**Számolás:** gázok állapotegyenlete, pH-számítás erős savra és erős bázisra

**3. forduló (országos döntő):** az előző fordulók anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** TANULMÁNYOKTÓL FÜGGŐEN

oxigéntartalmú szerves vegyületek	VAGY	nemfémek és vegyületeik
-----------------------------------	------	-------------------------

**Számolás:** összetett feladatok megoldása a teljes középiskolai kémia tananyag témaköréből

**II.b/2. kategória:** az I. kategória teljes anyaga, az alábbiakkal kiegészítve:

**1. forduló (iskolai forduló):**

**Elmélet:** elektrokémia, szervesetlen anyagok és szénhidrogének, ezek reakciói

**Számolás:** elektrolízis, képletmeghatározás, gázelegyek összetétele, reakción alapuló oldatkészítés és oldatösszetétel

**2. forduló (fővárosi, megyei forduló):** az 1. forduló anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** oxigén- és halogéntartalmú szerves anyagok (alkohol, keton)

**Számolás:** gázok állapotegyenlete, pH-számítás erős savra és erős bázisra

**3. forduló (országos döntő):** az előző fordulók anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

**Elmélet:** összetett funkciós csoportot tartalmazó oxigén-, valamint nitrogéntartalmú szerves vegyületek (karbonsavak, észterek, aminok, amidok, aminosavak)

**Számolás:** összetett feladatok megoldása a teljes középiskolai kémia tananyag témaköréből

## A NEVEZÉS MÓDJA, HATÁRIDEJE:

Az iskolák on-line módon jelentkeztetik a diákokat az Irinyi OKK honlapján elérhető on-line rendszert használva (<https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/regisztracio>). A jelentkezés csak a honlapról letölthető két nyilatkozat aláírt, szkennelt vagy fényképezett feltöltése után lesz érvényes. Igazgatói igazolás szükséges a tanulónak a kiírt versenyfeltételeknek való megfeleléséről (1. sz melléklet), valamint minden gyermek szüleitől aláírt adatvédelmi nyilatkozatot kérünk (2. sz. melléklet).

Jelentkezési határidő: 2021. december 14. Nevezési díj az iskolai és a megyei (budapesti) fordulókban nincs. Fizetendő nevezési és részvételi hozzájárulás a döntő fordulóra 8500,-Ft/fő.

## FORDULÓK:

Mindhárom fordulóban külön feladatsort kapnak a 9., illetve a 10. osztályos tanulók.

**Az 1. fordulót (iskolai fordulót)** az iskolák szervezik és bonyolítják le. A forduló **csak elméleti és számítási feladatokból áll**, amelyet az Irinyi OKK Versenybizottság készít el. A feladatsor megoldására megengedett időtartam a feladatlapokon olvasható.

A feladatsor két részből áll:

- elméleti feladatok, amelyek a tanulók elméletben elsajátított ismereteinek készség szintű alkalmazását hivatottak mérni, számos ábrával, grafikonértelmezéssel, gyakorlati példákkal,
- számolási feladatok, amelyek a mindennapi élettel, gyakorlattal kapcsolatosak, a matematikai eszközhasználat, az olvasás-szövegértés és a kémiai ismeretek kombinációi.

A javítás után a Megyei Versenybizottság által megadott pontszám (az elérhető maximális pontszám min. 30%-a) feletti dolgozatokat az iskola igazgatója megküldi a Megyei Versenybizottságnak. A Megyei Versenybizottság felülbírálja a megkapott dolgozatokat és összeállítja a következő, azaz a megyei fordulóba behívandó tanulók névsorát. Az I.c. és a II.c. kategória versenyzőinek dolgozatait – továbbjutási szempontból – az Irinyi OKK versenybizottság bírálja el, így ezeket a dolgozatokat a szaktanári javítás után az iskola igazgatója a Magyar Kémikusok Egyesületének küldi el.

A megyei (fővárosi) fordulóra továbbjutó diákok névsorát a Megyei (Fővárosi) Versenybizottság továbbítja az MKE Titkárságnak. Az MKE Titkárság értesíti a továbbjutó diákok iskoláját, a diákokat pedig az iskola.

**A 2. forduló (fővárosi, megyei forduló) a tervek szerint írásbeliből és laboratóriumi gyakorlatból áll**, a Megyei Versenybizottságok szervezik és bonyolítják le (lehetőleg megyénként egy helyszínen). A feladatlapot az Irinyi OKK Versenybizottság készíti el és a Magyar Kémikusok Egyesületén keresztül juttatja el. A forduló eredményei, valamint az Irinyi OKK Versenybizottságnak a megyei fordulóból az országos döntőbe juttatható keretszáma alapján a Megyei Versenybizottság elkészíti az országos döntőbe jutott versenyzők névsorát versenykategóriánkénti bontásban és továbbítja az MKE Titkárságnak. Az MKE Titkárság értesíti az eredményekről az illetékes iskolákat, valamint a döntőre vonatkozó információkat tartalmazó levelet továbbítják a döntőbe jutott diákok iskolájának. Az **I.c.** és **II.c.** kategória középdöntőjének lebonyolítása nem a megyei (budapesti) versenybizottság feladata, hanem a jelentkező technikumok egyikében történik. A középdöntő eredményének ismeretében az Irinyi OKK Versenybizottság választja ki a döntőbe kerülő tanulókat, akiknek létszáma független a megyei keretszámtól.

**A 3. fordulót (országos döntőt)** a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Debreceni Egyetem szervezi és bonyolítja le. A továbbjutott versenyzők a verseny on-line rendszerén keresztül jelentkezhetnek a döntőbe. **A döntő 3 napos, írásbeli feladtból és laboratóriumi gyakorlati feladtból, valamint a legjobbak szóbeli versenyéből áll.** Mind az írásbelin, mind a laboratóriumi gyakorlaton külön-külön feladatsort, illetve feladatot kapnak a 9. és a 10. osztályos tanulók. Az értékelést és a rangsorolást a tantervi különbségeknek megfelelően, kategóriánként végzi az Irinyi OKK Versenybizottság.

**A fordulók időpontja:**

- 1. forduló: 2022. január 13.**
- 2. forduló: 2022. február 24.**
- 3. forduló: 2022. április 1-3.**

## **A VERSENY HATÁRIDŐI:**

Az iskolák on-line módon jelentkeztek a diákokat az Irinyi OKK honlapján elérhető on-line rendszert használva (<https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/regisztracio>). A jelentkezés csak a honlapról letölthető két nyilatkozat aláírt, szkennelt feltöltése után lesz érvényes. Igazgatói igazolás szükséges a tanulónak a kiírt versenyfeltételeknek való megfeleléséről (1. sz melléklet), valamint minden gyermek szüleitől aláírt adatvédelmi nyilatkozatot kérünk (2. sz. melléklet). Nevezésnél az iskola hivatalos e-mail címét is kérjük megadni, ahová majd (a versenyfelelősnek) a feladatsort elküldheti a Magyar Kémikusok Egyesülete. **Jelentkezési határidő: 2021. december 14.**

A Versenybizottság elkészíti a feladatlapot, a javítási útmutatót és a Magyar Kémikusok Egyesülete egy-egy példányban eljuttatja azokat a versenyre beregisztrált iskolák versenyfelelősének (az iskola nevezésnél megadott, hivatalos e-mail címére) **2022. január 10-ig.**

Az iskolai fordulók lebonyolítása az érettségi vizsgák szabályai szerint zajlik **2022. január 13-án, csütörtökön, 14.00-16.00 óra között.**

A szaktanári javítás után, a Megyei Versenybizottság által megadott pontszám (az elérhető maximális pontszám min. 30%-a) feletti dolgozatokat az iskola igazgatója megküldi a Megyei (Budapesti) Versenybizottságnak, kivéve az I.c. és II.c. kategóriát, melyeknek kijavított dolgozatait megküldik a Magyar Kémikusok Egyesületének **2022. január 17-ig.**

A Megyei (Budapesti) Versenybizottság (ill. a „c” kategóriák esetében az Irinyi OKK Versenybizottság) felülbírálja a felterjesztett dolgozatokat, összeállítja a megyei fordulóba behívandó tanulók névsorát, és megküldi azt a Magyar Kémikusok Egyesületének 2022. január 24-ig és az MKE kiértésíti az iskolákat az eredményekről legkésőbb **2022. január 25-ig.**

A Magyar Kémikusok Egyesülete megküldi a Megyei (Budapesti) Versenybizottságnak a megyei forduló feladatlapjait a tanulói létszámnak megfelelő példányszámban, **2022. február 21-ig.** A megyei fordulók lebonyolítása a Megyei (Budapesti) Versenybizottság által felkért iskolákban **2022. február 24-én, csütörtökön, 9.00-14.00 óra között lesz.**

A helyi bizottságok az eredmények alapján továbbítják az országos döntőbe jutott tanulók névsorát kategóriánként az MKE Titkárságnak. Az MKE Titkárság értesíti az eredményekről az illetékes iskolákat, valamint a döntőre vonatkozó információkat tartalmazó levelet továbbítják a döntőbe jutott diákok iskolájának legkésőbb 2022. március 4-ig. A döntőre való jelentkezés kizárólag on-line módon történik a [www.irinyiverseny.mke.org.hu](http://www.irinyiverseny.mke.org.hu) honlapon keresztül 2022. március 18-ig.

Az **országos döntőt** (3. fordulót) a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Debreceni Egyetem szervezi és bonyolítja le. A továbbjutott versenyzők a verseny on-line rendszerén keresztül jelentkezhetnek a döntőbe. **A döntő 3 napos, írásbeli feladatból és laboratóriumi gyakorlati feladatból, valamint a legjobbak szóbeli versenyéből áll.** Mind az írásbelin, mind a laboratóriumi gyakorlaton külön-külön feladatsort, illetve feladatot kapnak a 9. és a 10. osztályos tanulók. Az értékelést és a rangsorolást a tantervi különbségeknek megfelelően, kategóriánként végzi az Irinyi OKK Versenybizottság. Az országos döntő a megyei forduló helyszínein lesz **2022. április 1-3.**

### **A TOVÁBBJUTÁS FELTÉTELE, MÓDJA AZ EGYES FORDULÓKBÓL:**

Az **1. fordulóban** a szaktanári javítás után, a Megyei Versenybizottság által megadott pontszám (az elérhető maximális pontszám min. 30%-a) feletti dolgozatokat az iskola igazgatója megküldi a Megyei Versenybizottságnak. A Megyei Versenybizottság felülbírálja a megkapott dolgozatokat és összeállítják a következő, azaz a megyei fordulóba behívandó tanulók névsorát. Az I.c. és II.c. kategóriában versenyzők dolgozatait az Irinyi OKK Versenybizottság bírálja felül, és dönt a második fordulóba hívásról.

A **2. fordulóban** (megyéenként egy helyszín) a javítást a Megyei Versenybizottság végzi az Irinyi OKK Versenybizottságtól kapott javítási útmutató alapján. Az eredmények alapján elkészítik az országos döntőbe jutott tanulók névsorát, kategóriánként. A megyéenként benevezhető létszámot az előző verseny eredményeinek figyelembevételével határozza meg az Irinyi OKK Versenybizottság (nevezési keretszám), az **országos döntőbe** jutott tanulók névsorát a helyi versenybizottság elküldi az MKE Titkárságnak. Az I.c. és II.c. kategóriákban döntőbe kerülő tanulók létszámát és névsorát az Irinyi

OKK Versenybizottság állapítja meg. Az országos döntőbe összességében legfeljebb 220 tanuló hívható be.

### **AZ EREDMÉNYEK KÖZZÉTÉTELÉNEK MÓDJA:**

Az országos döntőn a verseny eredményhirdetése nyilvánosan és ünnepélyesen történik. A döntő eredményei felkerülnek az internetre, a [www.irinyiverseny.mke.org.hu](http://www.irinyiverseny.mke.org.hu) honlapon megtekinthetőek, valamint a döntő teljes anyaga (eredményekkel együtt) megjelenik a Középiskolai Kémiai Lapokban.

### **DÍJAZÁS:**

Az országos döntőn, a verseny eredményhirdetésekor kategóriánként, a létszámmal arányosan 3-10 tanuló kap oklevelet, 1-3 bronzplakettet és a versenybizottság előzetes javaslatának megfelelő tárgyjutalmat. További versenyzők írásbeli dicséretet kapnak a helyezésekért, illetve a kiemelkedő részeredményekért. A verseny egészére vonatkozó általános és szakmai értékek alapján az 1998-ban alapított, értékes tárgyjutalommal járó Irinyi-díjat kapja a legjobb 9. osztályos és a legjobb 10. osztályos tanuló. Külön díjazásban részesítjük a verseny valamelyik részében kimagasló teljesítményt elért tanulókat.

Kiemelt fontosságúnak tartjuk a tehetséggondozásban kimagasló szintű szakmai-emberi teljesítmények elismerését, ezért külön díjazzuk a legeredményesebb felkészítő pedagógusokat is, valamint a kiemelkedő tehetséggondozó munkát végző iskolát.

### **A SZERVEZŐK ELÉRHETŐSÉGE:**

Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest, Hattyú u. 16, Tel: 201-6883, Fax: 201-8056, e-mail: [irinyi@mke.org.hu](mailto:irinyi@mke.org.hu)

### **RENDKÍVÜLI ESEMÉNYEK:**

A verseny lebonyolítását érintő rendkívüli események bekövetkezéséről jegyzőkönyvet kell készíteni.

### **PANASZKEZELÉS:**

A lebonyolítással, illetve javítással kapcsolatos panaszokat az Irinyi OKK Versenybizottság elnökének kell benyújtani. Ez megtehető szóban vagy írásban. A panaszok kivizsgálásáért és orvoslásáért az Irinyi OKK Versenybizottság elnöke a felelős.

**Fandel Richárd Gábor, Nagy Katalin**

## **Magyar siker a vegyésztechnikusok nemzetközi versenyén, a XV. Grand Prix Chimique-en**

A *Grand Prix Chimique (GPCh)* nemzetközi kémiaverseny 30. születésnapját ünnepelte Pozsonyban, a Comenius Egyetem Természettudományi Karán megrendezett találkozó során. A GPCh hosszú múltra visszatekintő, magas színvonalú rendezvénye nem csak a különböző országokból érkező diákok barátságos versengésére nyújt lehetőséget, de a nemzetek közötti tudományos kommunikációnak, jó gyakorlatok átadásának is teret ad. A GPCh-t először 1991-ben rendezték meg Stuttgartban, amelyhez Magyarország a kezdetektől fogva csatlakozott. Az évtizedek során a magyar diákok újra és újra bebizonyították rátermettségüket, gyakorlati tudásukat. A verseny történelmében a magyar versenyzők eddig 5 bronz-, 5 ezüst- és 2 aranyérmét szereztek, öregbítve a hazai vegyész oktatás hírnevét. A hagyományosan kétévente megtartásra kerülő verseny 2021-ben 15. alkalommal várta a versenyzőket és felkészítő tanáraikat.

Magyarországon lázas előkészületek előzték meg a verseny nemzetközi fordulóját. Az országos előválogatón azon iskolák diákjai vehettek részt, amelyek középfokú oktatásban vegyész technikus, vagy annak megfeleltethető képzést nyújtanak nappali munkarendű tanulóknak.

Az előválogatónak a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszerkémia és -analitika Tanszéke adott helyet. A Budapestről, Debrecenből és Veszprémből érkező diákok augusztus elején adhattak számot tudásukról. Az előválogató programja a nemzetközi döntőn várható elvárásoknak megfelelően állt össze. A versenyzőknek egy komplex szerves preparatív és egy műszeres analitikai feladatot kellett elvégezniük. Az értékelést egy háromfős, független bizottság végezte, melynek tagjai *Horváth Zoltán* (a SOTE hallgatója, korábbi GPCh versenyző), *Kovács Imre* (MTA TTK) és *Laczkó László* (SZIKKTI Labor) voltak. A verseny előválogatóján részt vett diákok közül végül az első két helyen *Ordasi Attila Richárd* (BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum) és *Rábai Károly Tamás* (DSZC Vegyipari Technikum) végzett, így számukra volt adott a lehetőség, hogy szeptember végén részt vegyenek a nemzetközi döntőn Pozsonyban. A COVID-19 okozta

vírushelyzet az utóbbi két tanév jelenléti oktatásának igen komoly gátat vetett, így az előválogató után a szokottnál intenzívebb versenyfelkészítés vette kezdetét.

A nemzetközi döntő szeptember 21-27. között került megrendezésre, melyen végül hat ország tudta képviseltetni magát versenyzőikkel (Ausztria, Németország, Horvátország, Magyarország, Csehország és Szlovákia). Sajnos a vírushelyzet a többi nevező ország számára is nehézséget okozott, több delegáció az utolsó pillanatban volt kénytelen visszamondani részvételi szándékát. A 15. GPCh verseny kezdeményezője és szervezője, a nemzetközi zsűri tagja, *Elena Kulichová* volt, a nemzetközi bizottság örökös elnöke *Prof. Alfred Mathis* (Franciaország), a verseny szakmai felügyeletét *Prof. Dr. Martin Putala* a Comenius Egyetem docense, a zsűri elnöke látta el.

A döntő verseny két teljes napi laboratóriumi munkát jelentett. Az első versenynapon a versenyzőknek egy többlépéses, szerves preparatív feladatot kellett teljesíteniük – egy sztílbén származék előállítását Wittig-reakció segítségével. A szerves feladat első lépésében benziltrifenilfoszfónium-bromidot állítottak elő benzil-bromidból és trifenilfoszfínból nukleofil szubsztitúcióval. A második lépésben az elkészített foszfóniumsó és *p*-metoxibenzaldehyd elegyéhez lúgot adtak, ez ilid foszfóniumsó alakulásához vezetett, ami rögtön elreagált a jelen lévő aldehiddel. Megjegyzendő, hogy talán a legfontosabb felhasználása a foszfor ilideknek a Wittig-reakció, amelyben az ilidek karbonil vegyületekkel elreagálva alkéneket képeznek. Az utolsó lépésben a keletkezett 4-metoxisztilbén cisz-transz izomer keverékének jó katalizálta izomerizációját kellett elvégezni a tiszta transz izomer előállításához.

A második versenynapra maradt a több alfeladatot is tartalmazó analitikai forduló. Itt a versenyzőknek a mérőműszerük részét képező referenciaelektród összeállítása után adott minta  $\text{Fe}^{2+}$ - és  $\text{Fe}^{3+}$ -ion koncentrációjának meghatározását kellett elvégezniük cerimetriás redoxititrálással, ferroin indikátoros és potenciometriás végpontjelzéssel is. Továbbá feladatuk volt még egy ezüstkomplex összetételének és stabilitási állandójának meghatározása szintén potenciometrikusán.

A szlovák szervezők az összetett és érdekes feladatok összeállításán felül, szórakoztató programok szervezésével is készültek a találkozó



során, igyekeztek bemutatni és megismertetni a vendégekkel országuk kultúráját, szépségeit. A legnagyobb érdeklődésre számot tartó esemény természetesen a záró ceremónia során megtörtént eredményhirdetés volt, amely magyar sikert is tartogatott. *Rábai Károly Tamás* hatodik helyezést ért el, aki a verseny középmezőnyében végzett, *Ordasi Attila Richárd* pedig megszerezte a verseny történetében Magyarország harmadik aranyérmét.

Az előválogató feladatainak összeállítását és a versenyfelkészítést *Fandel Richárd Gábor* magyarországi versenyfelelős és *Nagy Katalin* mentortanár végezték, akik a döntőre is elkísérték a magyar versenyzőket. A verseny magyarországi szponzora és lelkes támogatója a Bálint Analitika Kft. volt.

### A szám szerzői

**Botlik Bence** MSc-hallgató, Oxfordi Egyetem

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

**Debreczeni Dorina** orvostanhallgató, SE ÁOK

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

**Dr. Egri Károly** középiskolai tanár, Árpád Vezér Gimnázium,  
Sárospatak

**Fandel Richárd Gábor** szakoktató, Budapesti Műszaki Szakképzési  
Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

**Forman Ferenc** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

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

**Kóczán György** tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Lázár Armand** középiskolai tanár, Veres Pálné Gimnázium,  
Budapest

**Nagy Katalin** PhD-hallgató, MATE

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

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

## TARTALOM

<b>SUFNILABOR</b> .....	353
Kóczán György: A vegyész karácsonyi meséje.....	353
Botlik Bence Béla, Debreczeni Dorina, Forman Ferenc: A kristálytérelmélet alkalmazása az oktatásban.....	364
<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ?</b> – Varga Szilárd.....	371
<b>MESTERSÉGE KÉMIATANÁR</b> – Dobóné dr. Tarai Éva.....	373
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	379
<b>KERESD A KÉMIÁT!</b> .....	387
Keglevich Kristóf: Keresd a kémiát! .....	387
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	390
Horváth Judit: Kémia németül .....	390
Tóth Edina: Kémia angolul .....	398
<b>MŰHELY</b> .....	404
Dr. Egri Károly: Filléres ötletek „Kemopipóke” kimeríthetetlen kincsesládából.....	404
<b>VERSENYHÍRADÓ</b> .....	418
54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny 2022, Versenykiírás.....	418
Fandel Richárd Gábor, Nagy Katalin: Magyar siker a vegyésztechnikusok nemzetközi versenyén, a XV. Grand Prix Chimique-en .....	429
<b>A SZÁM SZERZŐI</b> .....	432

**A GPCh magyar csapata az eredményhirdetés után:  
*Fandel Richárd Gábor, Rábai Károly Tamás,  
Ordasi Attila Richárd és Nagy Katalin***

