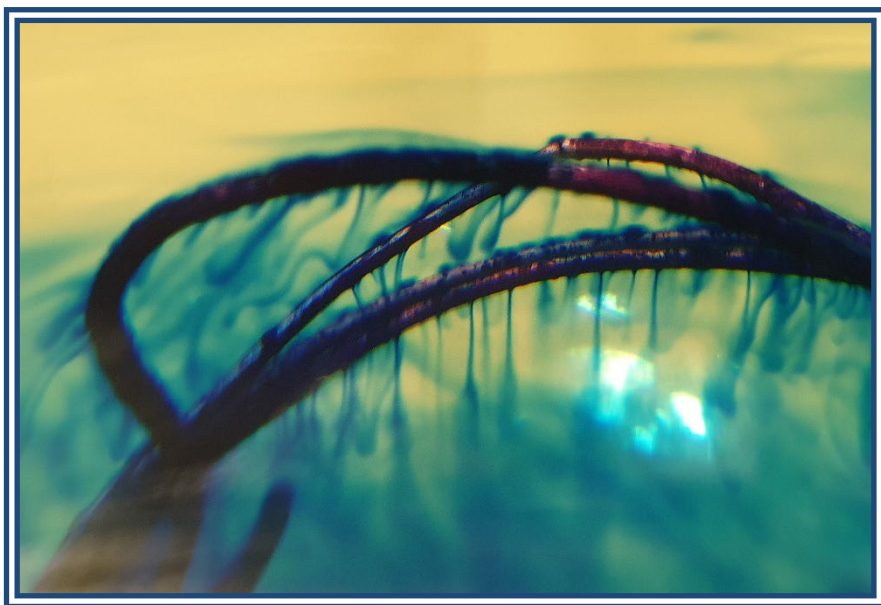
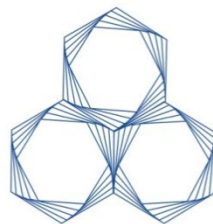


# Középiskolai Kémiai Lapok



LI.

2024/5.



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



HIFLY LABS

Nemzeti  
Tehetség Program

nka

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

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2024. november	LI. évfolyam	5. szám
----------------	--------------	---------

**Alapító:** Dr. Várnai György

**Főszerkesztő:** Zagyai Péter

**A szerkesztőbizottság:**

**Elnöke:** Dr. Magyarfalvi Gábor

**Tagok:** Barabás Gergő, Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit,  
Dr. Ősz Katalin, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyai Péter

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

**Kiadja:** Magyar Kémikusok Egyesülete  
**Felelős kiadó:** Dr. Szabó János Zoltán  
**Terjeszti:** Magyar Kémikusok Egyesülete  
**Előfizethető:** postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete,  
1106 Budapest Fehérút. 10. címre vagy átutalással a CIB Bank  
Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi  
jelzőszámmon „MKE9068” megjelöléssel.

**Készült:** Europrinting Kft.

**Megjelenik** évente ötször.

**Előfizetési díj** a 2024. 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 címlapfotón Hegedüs Kristóf fotója látható.

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

## Mi lett belőled ifjú vegyész?

**Dr. Szakács Zoltán László, kutató-fejlesztő szakértő  
analitikus, Richter Gedeon NyRT.**

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

Irinyi versenyen az országos döntőbe jutottam, harmadikos gimnazistaként OKTV országos harmadik helyezést értem el. 18 évesen pedig kijutottam a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára Perugiába, ahol bronzérmet nyertem.

*Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?*

A színes-szagos kísérleti kémia kezdetben engem is elbűvölt és máig esztétikai élményt jelent. Azonban már középiskolás éveimben a számítási feladatok, az anyagok tulajdonságainak és kölcsönhatásának kvantitatív leírása, modellezése és ezáltal megértése vált a kedvenc területemmé. Már negyedikes gimnazistaként titrálási görbéket szimuláló programot írtam, bejártam Noszál Béla docens úrhoz az egyetemre (a mai Kutató Diákok rendszeréhez hasonló keretek között), aki később a Semmelweis Egyetem professzoraként diákköri témavezetőm lett. Diplomamunkámat, sőt a doktorimat is nála készítettem. Kajtár Márton: Változatok négy elemre c. könyve pedig gimnazista éveim óta biztos kalauzum volt szerves kémia világában.

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

Az általános iskolában még inkább a matek és a programozás kötött le. A monori József Attila Gimnáziumban Kriskóné Győri Gyöngyi tanárnő volt az a „varázstanár”, akinek egyénisége és mentorálása hatására a kémia felé fordultam, később Szende Zsuzsanna hasonló elhivatottsággal és szeretettel egyengetett a vegyész pálya felé. Édesapámnak, Szakács László egyetemi adjunktusnak (ELTE) is rengeteget köszönhetek, akinek otthoni polca kimeríthetetlen forrása volt a



feladatgyűjteményeknek és igazi „személyi edzőmmé” vált a versenyekre. A diákolimpiai felkészítőn kapott szemléletmód, az egyetemi anyag fantasztikusan sűrített és érthető átadása végleg eljegyzett a kémiával, ezért hálásan gondolok vissza minden olimpiai felkészítő tanáromra, későbbi egyetemi oktatóimra is.

*Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?*

Ismertem és küldtem is be feladatmegoldásokat. Izgalmas, állandóan megújuló információforrásnak találtam a lapot a versenyfelkészüléseim során. Szerintem ma is hiánypótló szerepet tölt be a lap a kémiarajongó diákközösség összekovácsolásában.

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

A középiskolával párhuzamosan zenei pályára is készültem és 18 éves koromban nehéz döntés volt, hogy a zongorista vagy a vegyész hivatást válasszam, mert mindkettő teljes embert kíván. A kémiai versenyeredményekkel, sikerekkel a hátam mögött egyértelműen az ELTE vegyész szakja felé billent a mérleg és ezt a döntésemet a mai napig nem bántam meg.

*Hogyan alakult a szakmai életutad? Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat az egyetemi képzés során?*

Az ELTE-n több éven át köztársasági ösztöndíjas voltam, diákköri munkámmal OTDK első helyezést is nyertem. Az analitikán belül az olimpián megismert mágneses magrezonancia spektroszkópia (NMR) már ekkor a kedvenc műszeres technikámmá vált. Egy nyári szakmai gyakorlati hónap után érett meg bennem az elhatározás, hogy a szerkezetkutatásban szeretnék elmélyedni. A Sohár Pál professzor úr vezette szakirányt is eszerint választottam. Az 1998-ban megszerzett vegyész diploma után a Kémia Doktori Iskolában folytattam tanulmányaimat, TDK hallgatókat mentoráltam, laborgyakorlatokat tartottam. 1999-2001 között DAAD ösztöndíjjal két évet töltöttem a düsseldorfi Heinrich-Heine Egyetemen Gerhard Hägele professzornál NMR témában, ahol 2001-ben PhD fokozatot is szereztem. 2001-2007 között egyetemi tanársegédként dolgoztam az ELTE Analitikai Kémiai Tanszékén, több ízben rövid CEEPUS látogatást tettem környező országok egyetememre. 2006-ban az ELTE kémia PhD fokozatát is megszereztem, a hosszú doktori hallgatói

jogviszonnal ügyesen elkerülve a sorkatonai behívást. 2007 óta pedig a Richter Gedeon Nyrt. Kémiai Főosztályának Szerkezetkutatási osztályán dolgozom főállású analitikus kutatóként. Az ifjabb Szántay Csaba vezette osztályon váltam igazi NMR spektroszkópuszá és egy összetartó, hatékony, szuper kutatócsapat tagjává. A spektrumfejtés, molekulák térszerkezetének meghatározása máig megunthatatlan detektív munkát jelent a számomra és egyes problémák megoldása gyakran igényel aktív együttgondolkodást a tömegspektrometriás vagy molekulamodellező kollégáimmal. A szerkezetmeghatározáson kívül egyensúlyi és kinetikai vizsgálatokra, tartalmi meghatározásokra, valamint fehérjekötődési vizsgálatokra is alkalmazzuk az NMR spektroszkópiát. Éveken át voltam az MTA NMR Munkabizottságának és az MKE NMR Szakcsoportjának a titkára. A konferenciák kutatói tudástranszferjein kívül a diákok felé is fontosnak tartom az ismereteim megosztását: egyetemi előadásokat tartok az analitikai munkámról, nyári gyakorlatos hallgatókat fogadunk, illetve vezettem már ELTE MSc vegyész diplomamunkát is. 2023 óta pedig a „Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért” kuratóriumi elnökeként működöm közre a legkiválóbb kémiatanárok kitüntetésében, elismerésében.

Visszatekintve életutamra, az ELTE vegyész szakán megszerzett ismeretek, készségek szilárd alapot és önbizalmat adtak számomra a külföldi egyetemtől kezdve az ipari feladatok megoldásáig mindenhol, persze szakmai alázattal, szorgalommal és folyamatos szakmai önfejlesztéssel kiegészítve.

*Mennyiben más az iparban dolgozni, mint egyetemen vagy kutatóintézetben?*

Mindkétféle kutatóhelyre ugyanúgy elhivatott, kiváló vegyészek kellenek, ugyanakkor sok tekintetben két különböző világról beszélünk. Az egyetemi-akadémiai szférában nagyobb az egyén szabadsága a kutatási téma megválasztását, publikálását, valamint külföldi kooperációkat, tanulmányutakat illetően. A gyógyszeripari kutatások viszont jóval komplexebb szemléletet és kompetenciákat igényelnek, ahol a legfőbb vezérlő elv új gyógyszerek létrehozása. Meghatározó szempont a minőségorientáltság, az innováció, a határidők tartása, a nagy multidiszciplináris csapatban való munka, a kudarctűrés és kitartás. A mindennapi eredményeinkkel csak egy-egy mozaikdarabot illesztünk be a projekt nagy egészébe, és csak hosszú évek múlva derül ki, sikerül-e újabb készítményt

eljuttatni a patikák polcaira, javítva ezzel az emberek életminőségén. Nálunk is nyílik lehetőség alapkutatói feladatok megoldására, az egyetemekkel való kooperáció pedig egyre fontosabbá válik. Iparjogvédelmi okokból gyakran időben eltolva ugyan, de a publikálási lehetőségeket is támogatja a cég.

*Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?*

Az előző válaszaim során már említettem azokat a soft skilleket, amelyek a csapatmunkába való sikeres beilleszkedést segítik, ezek legalább annyira meghatározóak a munka világában, mint a biztos kémiai szakmai tudás! Maradjatok nagyon nyitottak és kíváncsiak, minél fiatalabb kortól tudatosan bővítsétek a nyelvtudásotokat (angol+legalább még egy nyelv) és számítógépes ismereteiteket (a méréskiértékeléstől akár a script írásig bezárólag – nekem is jól jönnek a mai napig a Richterben!). Legkésőbb az egyetemi évek alatt érdemes bekapcsolódnia a tudomány vérkeringésébe (tudományos diákkör), az ipar felé kacsingatóknak pedig már az egyetem utolsó éveire javasolom gyakornoki hely keresését a kötelező nyári szakmai gyakorlat mellett. Merjetez fejest ugrani külföldi ösztöndíjakra, csak aztán gyertek is haza! Ezekkel a lépésekkel szerintem mind az akadémiai szférában, mind az ipari állások esetén jelentősen javíthatjátok a papírformátokat.

*Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad az olvasók?*

A kedvenc időtöltésem máig a komolyzene maradt. Néha fellépni is vizszalátogatok az Alma materbe, többek között a Chemical Singers kamarakórus zongorakísérőjeként.

## Mestersége kémiantanár – Sarka Lajos

### *Bemutakozás*

Sarka Lajos vagyok, a Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium szakvezető tanára. A Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyei Baktalórántházán születtem, ahol az általános iskolai tanulmányaimat is végeztem. A kedvenc tantárgyam, a matematika tanulása mellett szívesen barangoltam a falu szélén lévő mezőn és az erdőben, ahol megfigyeltem a növényeket és az állatokat. Gyűjteményem is volt, de sajnos idővel ezek tönkrementek. Ekkor úgy gondoltam, hogy erdész vagy vadász leszek, ha nagy leszek.



Az iskolánkban volt egy tanulókból álló rézfúvós zenekar, melynek tagjaként több versenyen és koncerten is játszottam, mint pisztonos/trombitás. Sajnos 8.-ra feloszlott az együttes, így a hangszeres zenei tanulmányaim véget értek (nem lettem zenész). Középiskolába már Nyíregyházára jártam, a Vasvári Pál Gimnáziumba. Itt lehetőségem nyílt kémia fakultáció keretében kísérletek elvégzésére. Ezek után érdeklődésem középpontjába a kémia került.

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

Általános és középiskolában is a szorgalmasabb tanulók közé tartoztam és nem lógtam ki a többiek közül. Együtt tanultam és szórakoztam a többiekkel. Ha kellett, segítettünk egymásnak a tanulásban, ki melyik tárgynak volt a „szakértője”. Matematikából és kémiából segítettem a többieknek és együtt örültem velük egy-egy sikeres dolgozatnak, feleletnek. Úgy éreztem, hogy a későbbiekben is ezt kellene csinálnom. Ezért is döntöttem úgy, hogy érettségi után a tanárképzőre jelentkezem.

A sikeres felvételi vizsga letétele után a Nyíregyházi Bessenyei György Tanárképző Főiskola matematika-kémia szakos hallgatója lettem. A kémia tárgy és a kísérletek iránti vonzalmam a laborgyakorlatok végzése során tovább növekedett. Miután Dr. Nagy Zsuzsa tanárnő előadásain és tanítási gyakorlati foglalkozásain megismertem sok, már jól bevált tanítási módszert, eldöntöttem, hogy én kémiát fogok tanítani. Tanárnő élen járt az új tanítási-tanulási módszerek kidolgozásában és kipróbálásában is, és mi tanárjelöltek együtt dolgozhattunk vele.

A csoportunkból sokan választottak tanárnőnél TDK témát. Én az akkor még gyermekcipőben járó területet, az oktatófilm készítésének és a kémiaórán történő felhasználásának vizsgálatát választottam. Fantasztikus élményt jelentett a közös munka, az OTDK-n való részvétel és az elévzett munka elismerése (Különdíj).

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

A diploma megszerzése után négy évig Ófehértón dolgoztam az általános iskolában, ahol a két szakom mellett osztályfőnöki tevékenységet is végeztem. Rá kellett jönnöm, hogy a tanítás mellett rendkívül fontos a tanulók nevelése. Ez leginkább a tanár példamutatásán és a közös tevékenységeken keresztül valósítható meg.

Osztálykirándulások, kerékpártúrák, versenyek, vasgyűjtés és egyéb tevékenységek segítettek a tanulók megismerésében, az osztályközösség kialakításában. No meg persze a kémia szakkör megszervezése, ahová bárki jöhetett, függetlenül a tanulmányi eredményétől.

Erre az időszakra esett a Kis Kémikusok Baráti Körének megszervezése és országos versenyének meghirdetése. Ebből „nőtt ki” a Hevesy György Országos Kémiaverseny, mely a mai napig az egyik legszínvonalasabb általános iskolai kémiaverseny. Ennek a megyei fordulójának a lebonyolításában a mai napig részt veszek.

Tanári pályám újabb állomása, amikor négy év után bekerültem Nyíregyházára egy újonnan épült általános iskolába, ahol kiváló kollegákkal végeztünk (a mindennapi munka mellett) újító tevékenységeket, például számítógépes oktatóprogramok készítését. Ennek a közös munká-



nak a szakmai irányítója Estók Gábor kollégám volt, aki főként önképzéssel sajátította el a szükséges ismereteket, s adta át tudását a többieknek.

1988-ban középiskolai kémiatanári oklevelet szereztem Debrecenben a Kossuth Lajos Tudományegyetemen, így középiskolában is taníthattam a kémiát. Szerencésnek érzem magam, mert 1994-ben volt tanárom meghívására a főiskolára kerültem és rövid idővel később átvehettem tőle a kémia tanításmódszertan órákat.

Ez az új kihívás sok feladatot adott, de rengeteg sikerélménnyel is járt. Átadhattam tanítási ismereteimet a hallgatónak, akikből ma is a pályán dolgozó, lelkes tanárok lettek.

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

A kémiatanítás szempontjából a már említett Dr. Nagy Zsuzsa tanárnő mellett sokat tanultam Kulcsár Katalin gyakorlóiskolai szakvezetőmtől, és Nagy Károly vezető szaktanácsadótól, akinek irányításával évtizedekig szaktanácsadóként dolgoztam. Ez utóbbi tevékenység során rengeteget tanultam a megyében dolgozó kémia szakos kollégáktól is, akikkel kicserélhettük tapasztalatainkat továbbképzéseken és konferenciákon, versenyeket rendeztünk, illetve több mint harminc éven keresztül nyári tehetséggyógyozó szaktábort szerveztünk.

*Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?*

Az, hogy mitől jó egy kémiaóra, sok tényezőtől függ. Ha a tanár szakmailag jól felkészült és megfelelő módszert választ az ismeretek átadására, akkor már sikeres lesz az órája. Ehhez megfelelő, motiváló gyakorlati példát (megoldandó problémát) kell választania, vagy egy látványos kísérlettel felkelteni a tanulók érdeklődését, majd be kell vonnia tanulóit a közös gondolkodásba, az ok-okozati összefüggések feltárásába. Ha ez a tanulók többségénél sikerül és együttműködnek, akkor az érdeklődésük fenntartható a következő órákon is.

*Ön szerint milyen a „jó” gyerek?*

A tanár azt szeretné, ha minden tanulója lelkesedne az ő tantárgyáért, és csillogó szemekkel figyelne rá egész órán.

Tehát a „jó” gyerek legyen érdeklődő, befogadó, együttműködő, szorgalmas, ugyanakkor legyenek új ötletei. Legyen nyitott a kémiai és általában a természettudományos ismeretek iránt. Igyekezzen hasznosítani a megszerzett ismereteket, legyen képes az önálló ismeretelsajátításra is. Az elmúlt több mint negyven év alatt minden évben voltak olyan tanítványaim, akik megfeleltek ezen kritériumoknak, s így a tanulmányi versenyek országos fordulóján, a középiskolai, egyetemi felvételikén megállták a helyüket és sokan a választott hivatásuk során ma is alkalmazzák, illetve tanítják a kémiát.

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

Mivel magam is szívesen végzem a kísérleteket, ezért a kedvenceim közé tartoznak a látványos színes, lángfestéssel, pukkanással, meglepő változással járó kísérletek.

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

Egyik kedvenc anyagom a hidrogén, melynek előállítása többféle módon elvégezhető. Tulajdonságainak vizsgálata, égése és égést nem tápláló voltának igazolása, redukáló hatásának bemutatása stb. sok lehetőséget ad a tanulók motiválására, gondolkodásuk fejlesztésére.

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

Ezeket az eseményeket két csoportra osztanám. Az egyik csoport, amikor tanítványaim akár általános iskolai, akár középiskolai tanulóim, vagy főiskolai hallgatóim valamilyen versenyen jól szerepeltek, díjakat nyertek vagy előadásokat tartottak.

A másik csoport, amikor az én tevékenységemet (munkámat), amit a végzés során nem éreztem munkának/tehernek, egy-egy dicsérettel, vagy díjjal ismerték el. Ezek közül a legjelentősebb díj a 2021-es Rátz Tanár Úr Életműdíj melynek átvétele egy rendkívül meghatározó és emlékezetes ünnepség keretében történt.

*Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

A kémiaoktatás/kémiatanítás helyzete évről-évre romló tendenciát mutat. Sok írás jelent meg kémiatanárok és oktatási szakemberek tollából,

melyek az okokat elemzik. Mint gyakorló tanár, egyetértek azzal, hogy a tanárképzésre jelentkező fiatalok csökkenő száma, a tanárok megfelelő erkölcsi és anyagi megbecsülésének hiánya, az egyetemi felvételi rendszer engedékenységé, az életpályamodell bizonytalansága, a tanári munka értékelési rendszerének kidolgozatlansága, az ebből adódó bizonytalanság az egész oktatásra kedvezőtlen hatással van.

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

Az elmúlt évtizedek során a tanítás és az ezzel kapcsolatos feladatok foglalták le az időm legnagyobb részét, majd miután két lányom és fiam megházasodott és sorra születtek az unokáim, azóta igyekszem minden lehetőséget kihasználni a velük való együttlétre, közös programokra. Szerencsére a gyermekeim viszonylag közel laknak és gyakran igénylik a segítségünket és a hét unokánk (5 fiú és 2 lány) is szívesen van velünk. Így feleségemmel együtt a szabadidőnket főként velük igyekszünk eltölteni.

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

A tanári pálya szép hivatás! A gyerekekkel, fiatalokkal való foglalkozás sok örömet szerez, ha az ember szakmailag jól felkészült, ha jártas a különböző tanítási-tanulási módszerek alkalmazásában, ha nyitott az újra. Ha figyel a tanítványaira, segíti őket céljaik megtalálásában és elérésében, segít nekik a kudarcok leküzdésében s együtt tud örülni a sikereiknek.

*Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?*

Ahol lehet igyekszem segíteni a kollégáknak például versenyszervezésben, vagy a Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány Mobillaboraként foglalkozások tartásában. Kísérleti bemutatókkal igyekszem motiválni az érdeklődő tanulókat és nem utolsó sorban részt szeretnék venni az unokáim felnevelésében!

## GONDOLKODÓ



### Feladatok

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

**A megoldásokat 2025. január 14-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük.**

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.

**K501.** A műtrágyák vízoldható komponensei gyakran savasabbá teszik a talajt, ami károsíthatja a termőtalaj minőségét. A szakirodalomban a „lime index” vagy mészigény megmutatja, hogy hány kilogramm mészkő kell 100 kg műtrágya közömbösítéséhez.

Az ammónium-nitrát esetében a fenti index-szám 60, az ammónium-szulfát esetében 100.

*Milyen egyenletek írják le a közömbösítés folyamatát az ammónium-szulfát és ammónium-nitrát műtrágyák esetében?*

(Borbás Réka)

**K502.** A péti só magyarban márkanévből lett köznév; a nemzetközi irodalomban CAN, kalcium-ammónium-nitrát néven találkozhatunk a műtrágyával. A péti só a leírások szerint 7,0 tömegszázalék CaO-dal egyenértékű kalcium-karbonátot, 5,0 tömegszázalék MgO-dal egyenértékű magnézium-karbonátot tartalmaz dolomit adalékként az ammónium-nitrát hatóanyag mellett, melynek különös előnye, hogy egyszerre tartalmazza a lassan és gyorsan felszívódó nitrogént nitrátió és ammóniumion formában.

A műtrágyák hatóanyagtartalmát a nitrogén tömegszázalékában szokták megadni.

- a) *Hány kilogramm talajjavító dolomit van 1,00 tonna pétisóban?*
- b) *Mennyi a pétisó N hatóanyagtartalma?*

A dolomitot 40 mikrométer átmérőjű gömböcskék formájában viszik be a műtrágyába, melyet az ammónium-nitráttal keverve végül 2,5-6,3 mm átmérőjű granulátummá préselnek.

- c) *Hány mol dolomitgömböcske kell 1,00 tonna pétisó gyártásához? (A dolomit sűrűsége 2,84 g/cm<sup>3</sup>.)*

(Borbás Réka)

**K503.** Egy robbanószernek, melynek tömegszázalékos összetétele 16,00 m/m% C, 64,00 m/m% O, 18,67 m/m% N, és ezen kívül csak hidrogént tartalmaz, több izomerje is ismeretes, melyek tulajdonságai jelentősen eltérnek egymástól. Az izomerek olvadáspontjai  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól  $147\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig változnak. A legalacsonyabb olvadáspontú izomer folyadék halmazállapotú és jó rakétahajtóanyag. A három másik izomer is felülmúlja robbanóerőben a TNT-t.

- a) *Add meg a vegyületcsalád tapasztalati képletét!*
- b) *Határozd meg az összes izomer szerkezetét, ha a vegyületek szénatomjai négytagú gyűrűt alkotnak, és csak egyféle funkciós csoportot tartalmaznak!*
- c) *Írd fel a rakétahajtóanyagként használható izomer égésének egyenletét! Alkalmas hajtóanyag lehet-e űrszondák számára? Válaszod indokold!*

(Borbás Réka)

**K504.** Jól tudjuk, hogy a réz salétromsavban való oldódásakor a nitrozus gázok összetétele attól függ, hogy milyen tömény a salétromsav. A 25 m/m%-os salétromsavban a réz oldódása már nagyon lassú.

- a) *Mennyi rezet lehet feloldani 100 g 35,0 tömegszázalékos salétromsavban, ha feltételezzük, hogy csak NO keletkezik az oldódás során, és ha a salétromsav töménysége 25,0 tömegszázalék alá csökken az oldatban, akkor az oldódás megáll?*

A réz salétromsavban való oldódásának kinetikáját és töménységtől függően a keletkező gáz összetételét vizsgálták egy kísérletsorozatban. Az egyik kísérletben  $10,0 \text{ cm}^3$   $8,00 \text{ mol/dm}^3$  töménységű salétromsavat mértek egy mintatartóba, amely fölött  $50,0 \text{ cm}^3$  gáztér volt, melyből előzőleg kiszivattyúzták a levegőt. A salétromsavba  $3,292 \text{ g}$  rézgranulátumot tettek, majd mérték a gáztér nyomását és a keletkező gázok összetételét. A nyomás  $17,82 \text{ kPa}$  lett az első perc végére, és a  $\text{NO}$  és  $\text{NO}_2$  anyagmennyiség-aránya  $0,761$  volt. A  $\text{N}_2\text{O}$  és más összetevők mennyisége, valamint a gázok oldódása elhanyagolható. A reakció exoterm volta miatt a kezdeti közel szobahőmérsékletű tartály hőmérséklete  $31,6 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegedett fel.

*b) Mennyi réz oldódott fel az első perc végére?*

(Borbás Réka)

**K505.** Az elektromos lámpák megjelenése előtt gyakran használt világítóeszköz volt a karbidlámpa. A lámpa használata során kalcium-karbidot szórnak a lámpatestbe, majd egy gázkivezető csővel ellátott, de minden más helyen légmentesen záró fedelet helyeznek rá. A világítás megkezdéséhez egy fecskendőszerű eszköz segítségével vizet csöpögtetnek a karbidtérbe. A fejlődő gázt a csappal ellátott csövön kivezetve, szabályozható erősségű, kormozó lángot kapunk.

A karbidtérbe csöpögő víz hatására meginduló reakció jelentős hőfejlődéssel jár.

*a) Írd fel a reakció rendezett egyenletét vízfelesleg esetén!*

Összeállítottunk egy karbidlámpát a fentebb leírtak szerint. A használati utasítás szerint  $50 \text{ g}$  kis mennyiségű inert anyaggal szennyezett kalcium-karbidot tehetünk bele. A víz számára kialakított edénybe  $50 \text{ cm}^3$  folyadékot kell töltenünk.

*b) Ha a teljes vízmennyiséget belecsöpögtetjük, akkor melyik reagens lesz feleslegben?*

Egy karbidlámpa esetén azt kívántuk meghatározni, hogy mennyi ideig képes fényt sugározni a berendezés. Ehhez összeállítottuk a fényforrást, majd a víz adagolásával megkezdtuk a gáz fejlesztését. Rövid ideig vártunk, majd a keletkezett gázt a csap kinyitásával egy csövön keresztül kiveztük a karbidtérből, ahol elégettük azt. Világítás közben a lámpa

teljes tömegét bizonyos időközönként megmértük. Ezeket a mérési eredményeket láthatjuk az alábbi táblázatban.

$t / \text{min}$	0	10	20	30	40	50
$m / \text{g}$	590,26	587,67	584,80	581,93	579,06	576,19

- c) Mikor gyújtottuk meg a lámpát?  
 d) A mérési eredmények alapján 1 g tiszta kalcium-karbidból fejlődő gázzal mennyi ideig világít a lámpa?

(Ficsór István Dávid)

**K506\***. A nehézvíz kizárólag deutériumot tartalmaz hidrogén helyett. A nehézvíz fizikai tulajdonságai eltérnek a közönséges víztől, ami a nagyobb moláris tömeggel magyarázható. Például a  $\text{D}_2\text{O}$  sűrűsége  $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on  $1,1056\text{ g/cm}^3$  szemben a  $\text{H}_2\text{O}$   $0,9982\text{ g/cm}^3$  sűrűségével. A folyadék sűrűségmaximuma is a közönséges víz  $3,96\text{ }^\circ\text{C}$ -ához képest  $11,6\text{ }^\circ\text{C}$ -ra toódik el.

Érdekes módon a nehézvíz öndisszociációja sem ugyanolyan mértékű, mint a víznek. A  $\text{H}_2\text{O}$  ionszorzata  $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on  $1,01 \cdot 10^{-14}$ , a  $\text{D}_2\text{O}$  esetében ez az érték  $1,12 \cdot 10^{-15}$ .

Hányszorosa a  $\text{H}_2\text{O}$  disszociációfoka a  $\text{D}_2\text{O}$  disszociációfokának?

(Borbás Réka)

**K507\***. Az oldatok koncentrációjának megadására korábban használt egyik mennyiség a *normalitás* (N) volt. Ennek eredeti definíciója a *grammgyenérték-súlyhoz* volt kötve. 1 N (1 normál) az az oldat, amelynek  $1\text{ dm}^3$ -ében az oldott anyag tömege megegyezik az anyag grammgyenérték-súlyával. Legegyszerűbb alkalmazása a sav-bázis reakciók leírásakor nyílik, ugyanis egy  $0,1\text{ N}$  savoldat teljes disszociációja esetén  $\text{pH}=1$  lesz a sav értékűségétől függetlenül.

- a) Egy  $1\text{ M}$  molaritású ( $\text{mol/dm}^3$ -ben vett koncentrációjú) kénsavoldatnak mekkora a normalitása? Milyen normalitású az az azonos térfogatú  $\text{KOH}$ -oldat, amellyel közömbösíthető? Mennyi a kénsav grammgyenérték-súlya?

A definíció szerint a normalitás megkapható a molaritás és az anyagra jellemző ekvivalenciafaktor hányadosaként.

b) *Mennyi ez az ekvivalenciafaktor a kénsav esetében? És a trifoszforsav esetében?*

Zoli nátrium-hidroxid-oldat karbonátosodását vizsgálta, ezért feloldott három, azonos tömegű szilárd NaOH pasztillát vízben. Két hét elteltével sósavval titrálva a változatlanul 500,0 ml térfogatú oldatot azt kapta, hogy az oldat NaOH-koncentrációja 0,323 N és az összes karbonáttartalma  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ban kifejezve 0,097 N volt.

c) *Mennyi fogyott metilvörös mellett a 0,2 N sósavból, ha az eredeti oldat 10 cm<sup>3</sup>-es részletét vizsgálta? Mekkora tömegű volt egy pasztilla? Mekkora térfogatú, standard légköri nyomású szén-dioxidot „kötött meg” az oldat összesen?*

d) *Milyen általános összefüggés fogalmazható meg a mérendő és a mérőoldat normalitása, illetve a bemérési térfogat és a fogyás között?*

A normalitás redoxireakciók koncentrációviszonyainak leírására is használható, ekkor azonban figyelembe kell venni a körülményeket is. Ez esetben az ekvivalenciafaktor megegyezik az adott reaktáns oxidációszám-változásával. Azonban a d) pontban leírt összefüggés itt is alkalmazható.

Zoli 1 dm<sup>3</sup>, 0,1 N NaOCl-oldathoz 1 dm<sup>3</sup> KI-oldatot öntött. Savas közegben I<sub>2</sub>, semleges vagy lúgos közegben KIO<sub>3</sub> képződött, a hipoklorit mindkét esetben kloriddá redukálódott.

e) *Írd fel a reakciók ionegyenletét! Mennyi volt a KI-oldat normalitása és molaritása a két esetben, ha a két reagens éppen sztöchiometrikus arányban volt jelen?*

Az IUPAC a *Narancs Könyv (Analitikai nevezéktan kompendiuma)* 1997-as kiadásában már a normalitás használatának mellőzésére szólított fel.

f) *Mi lehetett ennek az oka?*

(Viczkó Csaba)

**K508\***. A szén-dioxid megkötése az üvegházhatás elleni küzdelem egyik fő irányvonala. Így gyakorta jelennek meg újabb megoldási lehetőségek, gyakran csak a szén-dioxid jól ismert kémiai tulajdonságaira építve. A közelmúltban egy olyan eljárást dolgoztak ki, amely során porózus szén üregeiben elektrolízissel hidroxidionokat állítanak elő, melyek a szilárd szén hordozóhoz tapadnak, és itt köti meg a szén-dioxidot. A módszer előnye a kis áramerősségű és feszültségű elektrolízis használata, illetve



hogy a hordozó már 90-100 °C-on regenerálható. Egyértelműen bizonyították, hogy nem csak az aktív szén felületén való fizikai megkötődés, hanem kemiszorpció, kémiai reakció is végbemegy a folyamat során.

A kísérletekben az aktív szenet katódként használva 4,00 órán át 0,565 V feszültséggel elektrolizálták az oldószert is tartalmazó rendszert, hidroxidionokat állítva elő. Az aktív szén fajlagos felülete 920 m<sup>2</sup>/g volt, és a kísérletek során az anion segítségével 0,260 mmol szén-dioxidot sikerült az adszorbens 1,00 grammjának felületén megkötni.

a) *Mekkora áramerősséget használtak az elektrolízishez?*

b) *Átlagosan hány hidroxidiont képeztek az aktív szén 1,00 nm<sup>2</sup> felületén?*

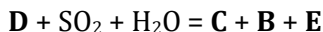
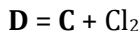
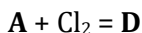
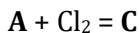
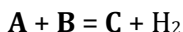
(Borbás Réka)

**H416.** Egy két vegyértékű fém jodidjának 1,000 g tömegű mintáját oxigéngázban hevítve 0,2470 g szilárd anyag marad vissza. Ezt az anyagot hidrogén-jodid tömény oldatával reagáltatva 0,2740 g elemi jód képződik, miközben a kiindulási fém-jodid keletkezik.

*Számítással határozd meg a fém-jodid képletét és írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét!*

(Zagyai Péter)

**H417.** A következő reakciósémában szereplő kémiai reakciók némelyike nem szobahőmérsékleten játszódik le.



Ismert, hogy **D** bomlása (4. egyenlet) során a keletkező **C** anyag tömege 73,6%-a a kiindulási **D** anyagnak (teljesen végbemenő reakció esetén.)

*Állapítsd meg a betűvel jelölt anyagok képletét, írd fel a rendezett egyenleteket és add meg a reakció körülményeit!*

(Zagyai Péter)

**H418.** Az ezüst-jodid oldhatósági szorzatát az alábbi galvánelem elektromotoros erejéből határozzuk meg:

$-Ag(s)|0,01\text{ M KI} + 2\text{ csepp AgNO}_3 || 0,01\text{ M KCl} + 2\text{ csepp AgNO}_3 |Ag(s)+$

(Vagyis: egy főzőpohárba  $50\text{ cm}^3$   $0,01\text{ M}$ -os  $KCl$ -oldatot öntünk, egy másik főzőpohárba ugyanennyi  $0,01\text{ M}$ -os  $KI$ -oldatot. Mindkét oldathoz  $2\text{--}2$  csepp  $0,1\text{ M}$ -os  $AgNO_3$ -oldatot cseppentünk és mindkettőbe ezüstlemez helyezünk. (A  $2$  csepp  $AgNO_3$ -oldat a  $KI$ - ill.  $KCl$ -oldat koncentrációját csak elhanyagolható mértékben változtatja meg!)

A két főzőpoharat  $KNO_3$ -os agar-agaros U-csővel összekötjük, majd megmérjük az így kialakított galvánelem elektromotoros erejét:  $374\text{ mV}$ -ot kapunk. Az  $AgCl$  oldhatósági szorzatát ismerjük:  $L = 1,8 \cdot 10^{-10}$

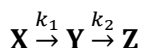
*Mennyi az  $AgI$  oldhatósági szorzata? Milyen reakciók játszódnak le az elektródokon az elem működése közben?*

(Dénesné Rác Krisztina)

**H419.** Egy egyszerű elsőrendű reakció esetén a kiindulási anyag koncentrációja ( $c$ ) exponenciális módon csökken.

$$c = c_0 \exp(-kt)$$

Itt  $k$  a reakció sebességi állandója. Egymást követő elsőrendű reakciók esetén (a radioaktív bomlási sorok is ilyenek) a közttermékek koncentrációja változatos lefutást mutathat. Tekintsük a következő kétlépéses reakciót, két elsőrendű sebességi állandóval:



Az  $Y$  koncentrációja az első reakciólépés indulása után az alábbi időtartam elteltével éri el maximumát:

$$t_{max} = \frac{\ln \frac{k_2}{k_1}}{k_2 - k_1}$$

- Mi a végtermék koncentrációjának időfüggése, ha az első lépés jelentősen gyorsabb, mint a második?*
- Mi a két sebességi állandó aránya, ha a közttermék maximális koncentrációja akkor következik be, amikor a kiindulási anyag fele átalakult?*

c) *Ha a második lépés jelentősen gyorsabb, akkor a köztitermék koncentrációja végig alacsony marad. Becsüld meg ezt a koncentrációt!*

(Magyarfalvi Gábor)

**H420.** A szerves kémiai kísérletek során szükségünk lehet izotópjelölt molekulákra. Ebben a feladatban ilyen vegyületek szintéziséről lesz szó. Az esetleg ismeretlen reagensek, reakcióknak utána lehet nézni Varga Szilárd diákolimpiákra készített ábragyűjteményében:

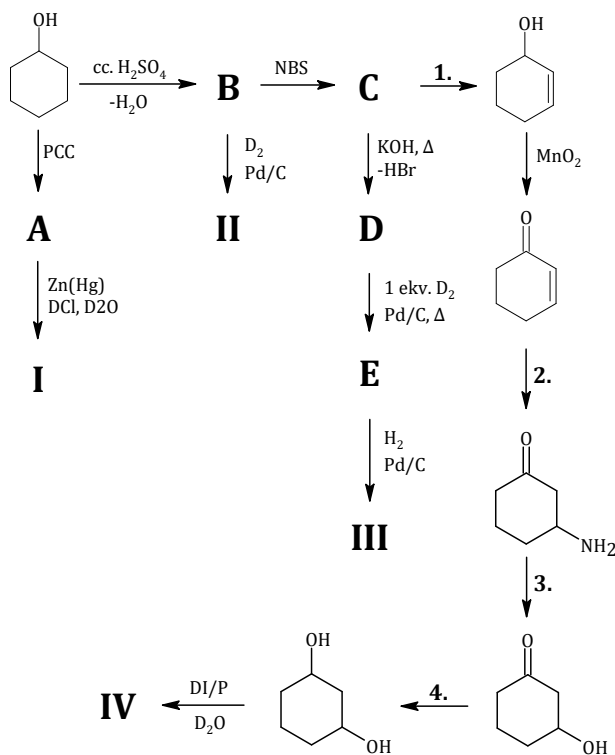
[http://olimpia.chem.elte.hu/aktual/szerves\\_abra20140408.pdf](http://olimpia.chem.elte.hu/aktual/szerves_abra20140408.pdf)

a) *Milyen vegyületeket jelölnek az A-E betűk, illetve az I-III számok?*

b) *Milyen körülményeket, reagenseket jelölnek az 1-4. számok?*

c) *Milyen vegyületet jelöl a IV-es szám?*

d) *Milyen viszonyban állnak az I-IV-gyel jelölt molekulák?*



(Ficsór István Dávid)

## KERESD BENNE A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



### Kedves Diákok!

Az előző számban megjelent feladatok megoldását a 2025. évi 1. számban közöljük, most három újabb feladat következik. Ez alkalommal is idézetek kémiai vonatkozásait kell feltárnotok. A kérdések között vannak nagyon könnyűek, illetve olyanok, amelyek első olvasásra talán nehéznek tűnnek, mivel látszólag nem kapcsolódnak a középiskolai tananyaghoz. Ne felejtsetek: többnyire ezek is egyszerű választ feltételeznek, és szakkönyvekben, illetve az interneten való nyomozással alapos előképzettség nélkül is megoldhatóak.

A feladatmegoldások beküldése a korábban megszokott módon lehetséges, a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon található linken keresztül.

**Beküldési határidő: 2025. január 14.**

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

### 4. idézet: vitriol, óleum és szurok (15 pont)

*„Szigorúan mondta, mint a pap, mikor prédikál:*

*– Olyan világ jön, amikor mindenki gyanús lesz, aki szép. És tehetséges. És akinek jelleme van. – Rekedten szólt. – Nem érti? A szépség inzultus lesz. A tehetség provokáció. És a jellem merénylet... Mert most ők jönnek, mindenfelől, előmáznak, százmillióan és még többen. Mindenütt. A rútak. A tehetségtelenek. A jellemtelenek. És leöntik vitriollal a szépet. Bemázolják szurokkal és rágalommal a tehetséget. Szíven döfik azt, akinek jelleme van. Már itt vannak... És egyre többen lesznek! Vigyázzon! ...*

*Visszaült az asztalhoz. Két tenyérbe fektette az arcát. Sokáig nem szólt.”*

*(Márai Sándor: Judit ...és az utóhang (1980) c. regényéből)*

**Kérdések:**

*Az idézetben szereplő 'vitriol' elsődleges jelentése 'tömény kénsav'.*

- a) Mi ugyanezen szó átvitt értelme a 'vitriolba mártott toll' kifejezésben?

*Köznapi neve olyan anyagoknak van, amelyek régóta ismeretesek.*

- b) Hogyan állítottak elő a középkorban tömény kénsavat? Adj meg egy példát, amire az alkimisták felhasználták!

*A 18. században az ólomkamrás eljárás lehetővé tette a kénsav nagyüzemi gyártását. Közismert, hogy az e század végétől elterjedő első ipari forradalom húzóágazata a textilipar volt. Kevesen tudják viszont, hogy a textilipar fellendüléséhez szükség volt a kénsav ipari gyártására.*

- c) Milyen szerepe volt a kénsavnak a gyapotból kiinduló vászonkészítés során?
- d) Mi a kénsav a mai Magyarország vegyiparában elsődleges, mezőgazdasági fölhasználása?
- e) Honnan nyeri a vegyipar a kénsavgyártás alapanyagául szolgáló kén?

*A kénsav molekulaszervezete alapján kétértékű sav.*

- f) Nézz utána, valóban így viselkedik-e  $0,100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú – ez kb. 1 tömegszázaléknak felel meg – vizes oldatában! Milyen formában van jelen a kénsav ebben az oldatban meghatározóan? Milyen körülmények szükségesek, hogy ténylegesen két hidrogéniont adjon le molekulánként?

*Füstölgő kénsav is létezik, ennek köznapi neve 'óleum'.*

- g) Hogyan állítható elő, mi az ipari jelentősége?
- h) Mi a „füstölgés” tudományos magyarázata?

*A Márai-szemelvényben a szurok is szerepet kapott.*

- i) Mi az a szurok?
- j) Add meg a szurok két-három történeti fölhasználását!

**5. idézet: a halvány „a tudomány újabb nézetei szerént” (10 pont)**

„Miután a halvány tiszta víz által tetemes mennyiségben szörpöltetik fel, azt víz fölött felfogni lehetetlen. Ezen oknál fogva ... tömény és melegített konyhasó oldat fölött fogjuk fel.”

(Nendtvich Károly: *A vegytan alapelvei a tudomány újabb nézetei szerént.* Bp., 1872.)

**Kérdések:**

Nendtvich Károly (1811–1892) pécsi születésű orvos, illetve vegyész a kémiai szaknyelvet magyarítani kívánó mozgalom egyik vezéregyéniségének számított. 1847-től a mai Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem jogelődje Kémiai Tanszékének első professzora lett. Síkra szállt az anyanyelvű oktatás mellett, ő tartotta az első magyar nyelvű kémiai előadást 1848. április 4-én. 1882-ig tanított a Műegyetemen, aminek 1873/74-ben rektora is volt.

a) Mi az a halvány? Honnét kapta ezt a magyar nevet?

*Amint fentebb olvasható, Nendtvich a halvány fölfogását tömény és forró nátrium-klorid-oldat fölött javasolja.*

b) Miért szerencsésebb meleg oldat felett felfogni egy gázt?

c) Valóban jól oldódik a halvány vízben? Miért? Keress ezt bizonyító adatot!

d) Ha a halvány minél teljesebb mennyiségének felfogására törekszünk, számít-e, hogy konyhasó- vagy glaubersóoldatot használunk? Adj magyarázatot! (Segíthet, ha felírod a folyamat ionegyenletét.)

e) Mi történik, ha a halványt nátrium-hidroxid-oldatba vezetjük? Írj egyenletet!

**6. idézet: Jókai és az ózon (5 pont)**

„És egyre fölebb! Az aerodromon hatalma nem ismer már határt; a két élő oly rétegeiben jár a világnak, miket sem ember, sem állat nem utazott még be soha. Huszonnégyezer lábnyi magasban a föld felett. Magasabban a Himalája, a Csimborasszó csúcsainál. S a gép hajójában nincsen hideg: repülésének zsúrlásától áthevülnek oldalai; az utazókat nem fedi más, mint a

*lengé selyemöltöny és a tiszta, csupa ózomból álló ritkult lég, összetömörülve üvegharangjukban, valami ismeretlen érzéssel tölti el szíveiket.”*

*(Jókai Mór: A jövő század regénye. Első rész. Az örök harc. [1872])*

### **Kérdések:**

*Az ózon ( $O_3$ ) az oxigén egyik allotrópjja. Tiszta állapotban kékes színű gáz, ami (légnymáson)  $-112\text{ }^\circ\text{C}$ -on sötétkék folyadékká kondenzál, majd tovább hűtve  $-193\text{ }^\circ\text{C}$ -on ibolyásfekete kristállyá fagy.*

- a) Honnan kapta nevét az ózon? Melyik az a másik elem, amely nevének eredete ugyanez a görög szó? Ezt a másik elemet miért így nevezték el?
- b) Igaz-e, hogy a „tiszta” levegő „csupa ózomból áll”?
- c) Az idézet a magashegységek fölötti, ritkult lég ózontartalmáról szól. Előfordul-e ózon a Föld felszínén is?

(Keglevich Kristóf)

# **KÉMIA IDEGEN NYELVEN**



## **Kémia angolul**

**Szerkesztő: Barabás Gergő**

### **Kedves Diákok!**

A Kémia angol nyelven verseny fordulójában ismét az első felállás érvényes: egy hosszabb angol szöveget magyarra fordítottunk, egy kicsivel rövidebb magyar cikket pedig angolra – ugyancsak egy program használatával. Témájukat tekintve próbáltam teliesebb tartalmú szövegeket hozni, elvégre november elsejétől már egyre több helyen találkozunk karácsonyi reklámokkal. A szövegekben a program továbbra is elvétí a már-már elvárt hibákat – ezeket keressétek meg és javítsátok ki!

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

A pontversenyre benevezni és a javításokat beküldeni a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül lehetséges.

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

**Beküldési határidő: 2025. január 14.**

Jó hibakeresést, jó versenyzést kívánok!



## The science and magic of mulled wine

The holidays are almost over, but the cold weather provides an excellent excuse to keep the sensory memory of Christmas alive just a little longer with a warming glass of mulled wine.

### Step 1- Picking your wine

Even though wine is nothing more than an acidic, aqueous solution of ethanol with various low-level impurities, it must form the backbone of our drink. Luckily for us the low-level impurities include the nearly 1,000 different compounds that make wine so great. These compounds arise from grapes, yeast, bacteria, oak barrels – even the weather and soil have an effect.

Every wine contains a different set of chemicals. These range from astringent tannins that bite the back of our throats and colourful anthocyanins, to fruity esters, woody aldehydes, floral terpenes, sugars and alcohols. These are like the face of a wine; constantly changing with time, temperature, oxygen and sunlight. It is a face sculpted by the winemaker, the result of a series of careful decisions and calculations. Modern wine is not a natural product even if it is the product of a natural process, namely fermentation. So we must look to the result of all this work for the flavours of Christmas in wine.

My favourite Christmas smell memory is that of the tangerine found every year at the bottom of my stocking, an aroma due primarily to limonene, a member of the terpene group of organic compounds whose name derives from “turpentine” – yes, the paint stripper. Fortunately, limonene has a much more pleasant flavour and is often present in wines made from Chardonnay and Muscat grapes.

From my childhood the aroma that marked the start of Christmas was the smell of the tree when it went up. This smell is mostly due to another terpene known as pinene. However, pinene is not present in most modern wines except Greek retsina, where it forms a ghostly memory of the resin used as a wine preservative and to seal ancient earthenware containers. Luckily for us alpha-terpineol is present in pine and most wines, particularly those from Muscat and Riesling grapes. It has a lovely pine-like smell with hints of citrus.

Another classic Christmas smell is the rich combination of cinnamon and cloves. One of the key smell compounds for both of these spices is eugenol. Unlike limonene and pinene this generally comes not from the wine itself but from the oak barrels the wine is aged in. Oak is used in wine making to fine-tune the colour, flavour, tannin profile and texture of both red and white wine.

The overindulgence of Christmas is often typified by the presence of lots of butter in food. Diacetyl has a buttery odour and is present in cultured butter. This smell is often present in wines that have undergone secondary malolactic bacterial fermentation. This reduces acidity and tartness making the wines softer. Many red and white wines now undergo this process.

In creating your own smell image of Christmas you should pick the wine that most closely echoes your favourite Christmas aromas. I was surprised when the above considerations pushed me to choose a white wine over my normally preferred red, and even more surprised when I found I loved it! If you can't make up your mind which wine to use, Smoking Bishop (Dickens's favourite, remember) was made with Port wine, which was relatively cheap at the time. Otherwise, to paraphrase something Sigmund Freud most likely never said, "Sometimes, a wine is just a wine."

## **Step 2 – Choosing your additives**

The Christmas chemicals listed above give you a palette to work from when selecting the ingredients to add to your chosen wine. The idea of matching flavour compounds – food pairing – has been used in molecular gastronomy for a decade or more. The idea is that if key aroma compounds are shared between two ingredients then they might complement each other. For example, the Firmenich scientist François Benzi found that the aromatic compound indole was present in both jasmine and pork liver and so matched these ingredients to create a new and interesting dish. (Delicious, you might think ... though indole in high concentrations has a faecal, rather than a foodie odour.) Much of western cooking has for centuries unknowingly combined ingredients that share flavour compounds (for example, eggs and butter), unlike East Asian cuisine which combines ingredients that lack shared compounds (for example, garlic and soy sauce).

So to match our Christmas chemicals we could add cinnamon and cloves to give us eugenol and alpha-terpineol (pine trees not being an ideal ingredient in beverages). We could get limonene from lemons, oranges, nutmeg or ginger. We could add raspberry, strawberry or lavender for their diacetyl. However, there is one food that reportedly contains all of these compounds: blackcurrant. So I am going to add blackcurrant to my wine to help create my Christmas smell image in a glass. I am also keeping cinnamon and cloves in the mix for a bit of tradition and visual effect.

### **Step 3 - Add the wine and spices to a pan and heat for 30 mins, lid on**

Heating spices and wine together is a balance of two processes: diffusion and evaporation. When the spices hit the wine the various flavour compounds will start to leech into the liquid. Some will be more soluble in alcohol, some in water, and others will have very low solubility in either and may float to the surface. The longer you leave the spices in the pan, the greater the diffusion of flavours. However, there will also be a greater loss of flavours and alcohol through evaporation; hence we keep the lid on and try not to let it boil.

Breaking up spices into smaller pieces or grinding them will speed up the diffusion of their chemicals into the solution but they may also lead to a gritty wine – I prefer to leave them whole.

### **Step 4 - Add the rest of the ingredients to taste**

We have carefully picked the most evocative ingredients, now we need to balance the flavours. If we had the correct equipment and a lot of time, we could find an objective chemical composition for the perfect mulled wine. But even then, it would be a subjective decision. A qualified wine taster may be able to accurately perceive many of the more objective physicochemical properties of a wine, such as acidity. They might even define a “great” wine based on some of these properties. However, for me wine tasting is a subjective activity and so I am going to rely on personal preference to round out my mulled wine’s smell image.

I add honey and blackcurrant, tasting the mixture regularly in search of a good balance. I use crème de cassis to provide blackcurrant flavours

and to help reverse any reduction in the alcohol concentration of the mulled wine during heating.

For sweetness I love the taste of the traditional wine sweetener, honey, though sugar works just as well. The ancient Greeks and Romans used honey and seem to have preferred their wine much sweeter than might be deemed fashionable today.

### **Step 5 - Pour and drink**

The physicist Richard Feynman once wrote, "If we look at a glass of wine closely enough we see the entire universe." As you pour your wine you can imagine the many hundreds of chemical compounds flowing into the glass (or mug if you prefer): chemicals constructed from the simplest materials of the Earth itself, water, rock, air and light; grapes, nature's candy, packaged in bright colours and test-marketed over millions of years of natural selection, then transformed by man and microbe into wine. Now we have fine-tuned those ingredients and brought seemingly disparate chemicals together to create a smell image, the festive flavour of Yuletide.

As the warm Christmassy concoction enters your mouth let it wash around and discover what sensations it triggers. Can you taste the tangerines despite there being none present? Have you managed to rekindle the emotions of childhood Christmases? If not, don't despair. As the heat of the mulled wine stimulates blood supply to the mucus membranes in the mouth and throat, the alcohol will be absorbed more quickly into the bloodstream and you'll soon forget to care. Because as Feynman also wisely said, "... not forgetting ultimately what wine is for, let it give us one more final pleasure; drink it and forget it all!"

Edited from

<https://www.theguardian.com/science/2014/dec/30/science-magic-mulled-wine-recipe> at 10 Dec. 23.

## A forralt bor tudománya és varázsa

Az ünnepeknek mindjárt vége, de a hideg idő remek ürügy arra, hogy egy melegítő pohár forralt bor mellett egy kicsit tovább ébresszük a karácsony érzéki emlékeit.

### 1. lépés – Válassza ki a bort

Annak ellenére, hogy a bor nem más, mint az etanol savas, vizes oldata különféle kisebb szennyeződésekkel, italunk gerincét ennek kell képeznie. Szerencsére a szennyeződések alacsony szintjébe beletartozik az a közel 1000 különböző vegyület, amely a bort olyan nagyszerűvé teszi. Ezek a vegyületek szőlőből, élesztőből, baktériumokból, tölgyfahordókból származnak – még az időjárás és a talaj is befolyásolja. Minden bor különböző vegyi anyagokat tartalmaz. Ezek a torokszorító összehúzó tanninoktól és a színes antocianinoktól a gyümölcsös észterekig, fás aldehidekig, virágos terpénekig, cukrokig és alkoholokig terjednek. Ezek olyanok, mint a bor arca; folyamatosan változik az idő, a hőmérséklet, az oxigén és a napfény függvényében. A borász által megfaragott arc, gondos döntések és számítások sorozata eredménye. A modern bor nem természetes termék, még akkor sem, ha természetes folyamat, nevezetesen az erjedés terméke. Mindezen munka eredményére kell tehát odafigyelnünk, hogy felfedezzük a karácsony aromáit a borban.

A kedvenc karácsonyi illatemplémem a mandarin, amelyet minden évben a harisnyám alján találok, az aroma nagyrészt a limonénnek köszönhető, a szerves vegyületek terpéncsoportjának egy tagja, amelynek neve a „terpentin” szóból ered – igen, a festékeltávolító. van. Szerencsére a limonén sokkal kellemesebb ízű, és gyakran megtalálható a Chardonnay és Muscat szőlőből készült borokban.

Gyerekkorom óta a karácsony kezdetét jelző illat a fa illata volt, ahogy felbukkant. Ez a szag elsősorban egy másik, pinénként ismert terpénnek köszönhető. A pinén azonban nem található meg a legtöbb modern borban, kivéve a görög retsinát, ahol kísértetiesen emlékeztet a bortartósítóként és az ősi agyagedények lezárására használt gyantára. Szerencsére az alfa-terpineol megtalálható a fenyőben és a legtöbb borban, különösen a muskotály és rizling szőlőből készütekben. Kellemes fenyőszerű illata van, egy csipetnyi citrussal.

Egy másik klasszikus karácsonyi illat a fahéj és a szegfűszeg gazdag kombinációja. E két fűszerben az egyik legfontosabb illatanyag az eugenol. A limonéntól és pinéntől eltérően általában nem magából a borból származik, hanem a tölgyszőlőből, amelyekben a bort érlelik. A tölgyszőlőt a borkészítésben használják a vörös- és fehérbor színének, ízének, tanninprofiljának és textúrájának javítására.

A karácsony túlzott mókásságát gyakran szemlélteti, hogy sok vaj van az ételekben. A diacetil vajos illatú, és a savanyú vajban található. Ez a szag gyakran megtalálható azokban a borokban, amelyek másodlagos malolaktikus bakteriális erjedésen mentek keresztül. Ez csökkenti a savasságot és a savasságot, így a borok simábbak lesznek. Sok vörös és fehér bor mostanság ezen a folyamaton megy keresztül.

Saját karácsonyi illatképének elkészítéséhez válassza ki azt a bort, amely a legközelebb áll kedvenc karácsonyi aromáihoz. Meglepődtem, amikor a fenti megfontolások arra készítették, hogy fehérbort válasszam az általában kedvelt vörösborom helyett, és még jobban meglepődtem, amikor rájöttem, hogy imádom! Ha nem tudja eldönteni, hogy melyik bort használja, próbálja ki a Smoking Bishop-ot (Dickens kedvence) portóival, amely akkoriban viszonylag olcsó volt. Máskülönben, hogy valamit átfogalmazzunk, Sigmund Freud valószínűleg soha nem mondta: „Néha a bor csak egy bor.”

## **2. lépés – Az adalékanyagok kiválasztása**

A fent felsorolt karácsonyi vegyszerek egy palettát biztosítanak, amely segít kiválasztani a kiválasztott borhoz hozzáadandó összetevőket. A molekuláris gasztronómiában legalább egy évtizede alkalmazzák az ízek párosításának gondolatát – ételpárosítást. Az ötlet az, hogy ha két összetevő ugyanazokat a kulcsfontosságú ízeket tartalmazza, a kulcsfontosságú ízvegyületek kiegészíthetik egymást. François Benzi, a Firmenich tudós például úgy találta, hogy az indol aromás vegyület mind a jázminban, mind a sertésmájban jelen van, így ezeket az összetevőket kombinálva új és érdekes ételt alkotott. (Ízletes, gondolhatnánk... bár nagy koncentrációban az indolnak inkább székletillata van, mint ételillata.) A kelet-ázsiai konyhától eltérően sok nyugati ételben évszázadok óta egyesítik a közös ízű összetevőket (pl. tojás és vaj). Olyan összetevőket kombinál, amelyekből hiányoznak a szokásos vegyületek (például fokhagyma és szójaszós).

Így a karácsonyi vegyszereinknek megfelelően fahéjat és szegfűszeget adhatunk hozzá, hogy eugenolt és alfa-terpineolt kapjunk (a fenyők nem ideális összetevők az italokhoz). A limonént citromból, narancsból, szerecsendióból vagy gyömbérből kaphattuk. Adhatunk hozzá málnát, epret vagy levendulát diacetilként. Van azonban egy élelmiszer, amely állítólag ezeket a vegyületeket tartalmazza: a feketeribizli. Ezért teszek a boromba feketeribizlivel, hogy karácsonyi illatú legyen egy pohárban. A fahéjat és a szegfűszeget is a keverékben tartom a hagyomány és a vizuális hatás érdekében.

### **3. lépés – Adja hozzá a bort és a fűszereket egy serpenyőbe, majd zárt fedéllel melegítse 30 percig**

A fűszerek és a bor együtt hevítése két folyamat egyensúlya: a diffúzió és a párolgás. Amikor a fűszerek találkoznak a borral, a különféle ízek elkezdenek átjutni a folyadékba. Egyesek jobban oldódnak alkoholban, mások vízben, mások pedig nagyon rosszul oldódnak mindkettőben, és lebeghetnek a felszínen. Minél tovább hagyja a fűszereket a serpenyőben, annál jobban fejlődnek az ízek. A párolgás azonban nagyobb íz- és alkoholvesztést is eredményez; Ezért hagyjuk a fedőt zárva, és próbáljuk meg nem forni.

A fűszerek apróra törése vagy őrlése felgyorsítja vegyszereik diffúzióját az oldatba, de szemcsés bort is eredményezhet - inkább egészben hagyom.

### **4. lépés – Adja hozzá ízlés szerint a többi hozzávalót**

Gondosan kiválasztottuk a leglényegzőbb alapanyagokat, most egyensúlyba kell hoznunk az ízeket. Megfelelő felszereléssel és sok idővel objektív kémiai összetételt találhattunk a tökéletes forralt borhoz. De még akkor is szubjektív döntés lenne. Egy szakképzett borkóstoló képes lehet pontosan azonosítani a bor objektívabb fizikai-kémiai jellemzőit, például a savasságot. Néhány ilyen tulajdonság akár egy „nagyserű” bort is meghatározhat. Számomra azonban a borkóstolás szubjektív tevékenység, ezért a személyes preferenciákra hagyatkozom, hogy a forralt borom illatát kiegészítsem.

Hozzáadom a mézet és a fekete ribizlit, és rendszeresen megkóstolom a keveréket, hogy megtaláljam az egyensúlyt. A crème de cassis-t használok, hogy a forralt bornak feketeribizli ízt adjon, és segítsen

ellensúlyozni a forralt bor alkoholkoncentrációjának csökkenését melegítéskor.

Az édesség kedvéért szeretem a hagyományos borédesítő, a méz ízét, bár a cukor ugyanilyen jól működik. Az ókori görögök és rómaiak mézet használtak, és láthatóan sokkal édesebb borukat részesítették előnyben, mint ami manapság divatosnak számítana.

## 5. lépés – Öntse és igya meg

Richard Feynman fizikus egyszer ezt írta: „Ha elég közelről megnézünk egy pohár bort, az egész univerzumot látjuk.” Miközben öntözi a bort, elképzeli azt a sok száz kémiai vegyületet, amely bekerült a pohárba (vagy bögrébe, pl. ami számít). Ön jobban szereti) áramlás: magának a Földnek a legegyszerűbb anyagaiból, vízből, kőzetből, levegőből és fényből álló vegyszerek; Szőlő, természeti édesség, élénk színekbe csomagolva, és több millió éves természetes szelekció során tesztelték, majd az emberek és a mikrobák borra változtatták. Most finomítottuk ezeket az összetevőket, és a látszólag eltérő vegyszereket egyesítettük, hogy egy szaglóképet, az ünnepi szezon ünnepi ízét alkossuk meg.

Amikor a meleg, karácsonyi keverék a szádba kerül, sodord körbe, és fedezd fel, milyen érzéseket vált ki. Megkóstolhatod a mandarint, bár nincs? Sikertől újra átélned gyermekkori karácsonyaid érzelmeit? Ha nem, ne ess kétségbe. Mivel a forralt bor melege serkenti a véráramlást a száj és a torok nyálkahártyáján, így az alkohol gyorsabban felszívódik a véráramba, és hamar elfelejti törődni vele. Mert ahogy Feynman is bölcsen mondta: „... ne felejtsek el, mire való a bor végső soron, és adjon nekünk egy utolsó örömet; igyál és felejtse el mindent!”



## Valóban megolvad a korcsolya éle alatt a jég?

Lente Gábor

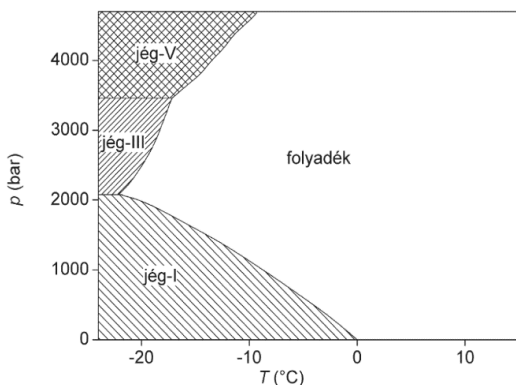
A korcsolyázás, úgy tűnik, megmozgatja az emberek fantáziáját. Különösen az emberek egy kisebb, fizikai kémia oktatásával foglalkozó csoportjára igaz ez az állítás. Korcsolyázásnál az ember meglehetősen vékony éleken áll, ezért a szokásosnál nagyobb nyomást fejt ki az alátámasztásra. A víz kivételes tulajdonságainak egyike az, hogy szilárd formája, a jég olvadáspontja nagyobb nyomáson alacsonyabb (ez az anyagok túlnyomó többségénél fordítva van). Így aztán óvatlanul arra a következtetésre is lehetne jutni, hogy a korcsolyaél alatt a jég megolvad, s a sportoló (vagy az amatőr kezdő) igazából a vízen siklik. Ez már csak azért is logikusnak tűnik, mert aki autózik, az jól tudja, hogy a vizes, nedves felületek sokkal síkosabbak, mint a szárazak.

Mi a baj ezzel a logikával? Csak annyi, hogy meg sem próbálja megbecsülni az olvadáspont megváltozásának nagyságát, kizárólag a hatások irányával foglalkozik. Ha jobban belegondolunk, a korcsolyaél alatt megolvadó jég elméletéből egy sor olyan dolog következne, ami a tapasztalatok szerint egyáltalán nem igaz:

1. A gyermekek jóval nehezebben korcsolyáznának, mint a felnőttek, mert kisebb súlyuk révén kisebb nyomást fejtenek ki.
2. Minél hidegebb van, annál nehezebb lenne korcsolyázni, mert nagyobb nyomásra lenne szükség az olvadáspont nagyobb megváltoztatásához.
3. Egy lábon (illetve korcsolyán) sokkal könnyebb lenne korcsolyázni, mint kettőn, hiszen egy lábon kétszer akkora nyomást fejtünk ki.
4. A korcsolyán hosszasan ácsorgó emberek alatt tócsa alakulna ki.
5. A korcsolyázás sebességének növekedésével egyre nagyobb erőfeszítésre lenne szükség, mert a jég olvadása nem pillanatszerű folyamat.

Próbáljuk hát megbecsülni, mennyivel változhat a korcsolyaél alatt lévő jég olvadáspontja. Ehhez segítségül hívjuk a víz fázisdiagramját, amelynek számunkra fontos részlete a 8.1. ábrán látható. Egy fázisdiagram eléggé összetett ábra. A vízszintes tengelyen a hőmérséklet, a függőleges tengelyen a nyomás szerepel. A diagram egyik legegyszerűbb használati módja az, ha meg akarjuk tudni, hogy adott

hőmérsékleten és nyomáson egy tiszta anyag milyen formája a legstabilabb. Ekkor csak meg kell keresnünk, hogy a hőmérséklet és nyomás által megadott pont a fázisdiagram melyik részére esik. A 8.1. ábrán például az 1000 bar nyomáshoz és  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletéhez tartozó pont a folyadék felíratú területen van, így biztosan lehet állítani, hogy ilyen körülmények között a víz stabil formája folyadék halmazállapotú. Ne ütközzünk meg azon, hogy a hőmérséklet a víz szokásos fagyáspontja alatt van. Ahogy már volt róla szó, a külső nyomástól is függ az a hőmérséklet, ahol a folyékony víz fagyni (vagy a jég olvadni) kezd. Ugyanígy a víz forráspontja is függ a külső nyomástól, de ez már egy kicsit más kérdés. A fázisdiagramról megtudhatjuk, hogy mennyi a jég olvadáspontja különböző nyomásokon: csak meg kell keresnünk, hogy azon a nyomáson milyen hőmérsékleten van a határvonal a folyadék és a jég között.



8.1. ábra. A víz fázisdiagramjának egy részlete

Azt is vegyük észre, hogy a fázisdiagramon háromféle jég szerepel. A jégnek ugyanis többféle különböző kristályszerkezete létezik, hasonlóan ahhoz, ahogy az elemi szénnek a grafit és a gyémánt két eltérő kristályszerkezetű módosulata, s ezek a különböző szerkezetek más nyomás- és hőmérséklet-tartományban stabilak (valójában az ábrán lévónél sokkal több jégmódosulat ismert). Végül az ábráról leolvasható az is, hogy  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatt folyékony víz nem létezhet. Noha nagyon speciális körülmények között ún. túlhűtött, folyékony víz akár  $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is ismert, ez rendkívül instabil, rázkódásra és melegítésre is megfagy, ezért

a korcsolyázás körülményei között nem lehet szerepe. Ha nagyon ragaszkodnánk a címben lévő állításhoz, arra a következtetésre kellene jutnunk, hogy ezen hőmérséklet alatt egyáltalán nem is lehet korcsolyázni. A tapasztalat viszont elég egyértelmű: a jég  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is igencsak síkos tud lenni.

Vajon mekkora nyomást fejthet ki a jégre egy korcsolyázó ember? Ezt nem olyan nehéz kiszámolni. Egy korcsolya élét  $20\text{ cm}$  hosszúnak és  $2\text{ mm}$  szélesnek becsülve, a felület  $0,2\text{ m} \times 0,002\text{ m} = 0,0004\text{ m}^2$ , két korcsolya összfelülete pedig  $0,0008\text{ m}^2$ . Egy ember átlagos tömegét  $80\text{ kg}$ -nak becsülve, súlyára  $800\text{ N}$  adódik (a kettő közötti átváltási tényező a Föld felszínén mért gravitációs gyorsulás, amit első közelítésben  $10\text{ m/s}^2$ -nek feltételeztünk). Így a korcsolyán át a jégre ható nyomás  $800\text{ N} / 0,0008\text{ m}^2 = 1000000\text{ Pa} = 10^6\text{ Pa} = 10\text{ bar}$ . Ez alig tízszerese a szokásos légköri nyomásnak, amely  $1\text{ bar}$  körül van (vagy  $10^5\text{ Pa}$  vagy  $1$  atmoszféra – a tudósok és mértekegységeik elég sokszínűek). A 8.1. ábrán a  $10\text{ bar}$ hoz tartozó olvadáspontérték alig kisebb, mint  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ahhoz, hogy a jég olvadáspontja jelentősen változzon, sokkal nagyobb nyomásokra lenne szükség.

Erre már a XIX. században azt az ellenvetést tették, hogy valójában a korcsolya a felület egyenetlenségei miatt csak sokkal kisebb felületen érintkezik a jéggel, mint amit a méretei alapján kiszámolhatunk. Azonban ez, még ha igaz is esetleg, semmiképpen nem magyarázhatja meg azt a tényt, hogy  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatt is lehet korcsolyázni. Arról nem is beszélve, hogy a nagyobb nyomás nagyobb súrlódási erővel is párosul mozgás közben, ami akadályozná a siklást, ez pedig az elméleti számítások szerint sokkal fontosabb, mint a jég olvadáspontjának csökkenése.

A súrlódással kapcsolatban azonban újabb gondolatmenet is felmerülhet. A súrlódás közismerten hőfejlődéssel jár, ami hőmérsékletnövekedést eredményezhet, és így a korcsolyával érintkező igen vékony rétegben megolvaszthatja a jeget. Viszont súrlódás, így az általa okozott hőfejlődés is csak mozgással egy időben létezik. A tapasztalat viszont azt mutatja, hogy a jég mozdulatlan tárgyak számára is elég síkos, általában nem kell különösebb erőfeszítést tenni a csúszás elindításához. Arról nem is beszélve, hogy a súrlódási erő általában kicsi a jégen (éppen emiatt csúszik), így a hőfejlődés sem lehet nagy.

Mi hát a magyarázat? Először is a jég felszíne igen sima, legalábbis korcsolyázni ilyenén lehet jól. A sima felszín miatt kevés helyen van alkalom arra, hogy a jégen csúszó test apró egyenetlenségei a jég apró egyenetlenségeibe „beakadjanak”. Ehhez még hozzájárul az is, hogy a jég felszínén lévő vízmolekulákat kevesebb szomszéd veszi körül, mint a jég belsejében, ezért a részecskéket helyükön tartó erők kisebbek, azok könnyen elmozdulhatnak egymáshoz képest. Ezt a hatást néha úgy is megfogalmazzák, hogy a jég felszínén nagyon vékony (kb. egy milliméter százezredrészének megfelelő vastagságú) folyadékszerű réteg van. Ebben az állításban a folyadék szót azonban nagyon óvatosan kell kezelni, mert semmiképpen nem azt jelenti, hogy hagyományos folyékony vízből állna ez a réteg. A réteg pedig mindig kialakul – akár korcsolyáznak rajta, akár nem.

Végül pedig említsük meg azt is, hogy létezik szintetikus jégnek nevezett anyag, amelyből olyan helyeken készítenek korcsolyapályát, ahol nagyon drága dolog lenne fagypon alatti hőmérsékletet fenntartani. Ez a szintetikus jég speciális műanyagból készül, de ennek nagy nyomás hatására nem csökken az olvadáspontja, hanem növekszik. Korcsolyázni mégis lehet rajta.

## **Does the ice really melt under the edge of the skate?**

Gabor Lente

Ice skating seems to capture people's imagination. This statement is particularly true for a small group of people involved in the teaching of physical chemistry. When skating, you stand on rather thin edges, so you put more pressure on the support than usual. One of the extraordinary properties of water is that the melting point of ice in solid form is lower at higher pressures (the opposite is true for most substances). Therefore, one could carelessly conclude that the ice under the edge of the skate melts and the athlete (or the beginner amateur) actually slides on the water. This seems logical, if only because anyone who drives a car knows that wet surfaces are much more slippery than dry ones.

What's wrong with this logic? It's just that he doesn't even try to estimate the magnitude of the melting point change, but is only concerned with the direction of the effects. If you think about it more

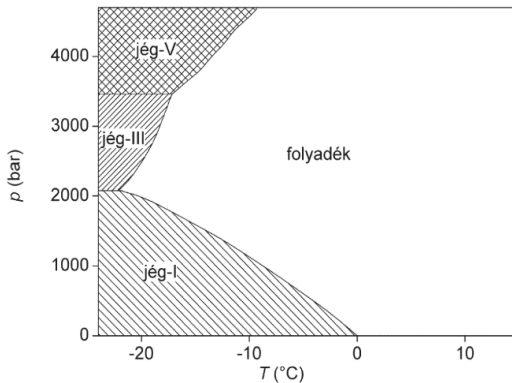
closely, the theory of melting ice under the edge of the skate would lead to a number of things that experience tells us are not true at all:

1. Children would skate much harder than adults because they exert less pressure due to their lighter weight.
2. The colder it is, the harder it would be to skate because more pressure would be needed to change the melting point more.
3. It would be much easier to skate on one leg (or skates) than on two, since we put twice as much pressure on one leg.
4. A puddle formed among people who had been loitering on skates for a long time.
5. As the speed of skating increases, more and more effort would be required since melting the ice is not an instantaneous process.

So let's try to estimate how much the melting point of the ice under the edge of the skate can change. For this we use the phase diagram of water, the important part of which can be found in 8.1. shown in Fig. A phase diagram is a fairly complex diagram. The horizontal axis shows the temperature, the vertical axis shows the pressure. One of the easiest ways to use the diagram is to figure out which form of a pure substance is most stable at a given temperature and pressure. Then we just have to find out which part of the phase diagram the point given by temperature and pressure falls on. 8.1. For example, the point corresponding to a pressure of 1000 bar and a temperature of  $-5^{\circ}\text{C}$  is in the region labeled "liquid", so it is safe to say that under these conditions the stable form of water is liquid. Don't imagine that the temperature is below the normal freezing point of water. As mentioned earlier, the temperature at which liquid water freezes (or ice melts) also depends on the external pressure. Likewise, the boiling point of water depends on external pressure, but that is a slightly different matter. Using the phase diagram, we can find the melting point of ice at different pressures: all we need to do is find the temperature at which the boundary between liquid and ice is at that pressure.

Also note that there are three types of ice in the phase diagram. There are many different crystal structures of ice, much like graphite and diamond are modifications of elemental carbon with two different crystal structures, and these different structures are stable in different pressure and temperature ranges (in fact, many more modifications of

ice are known than). the one in the picture). Finally, it can be seen from the figure that liquid water cannot exist below  $-22^{\circ}\text{C}$ . Although in very special circumstances the so-called supercooled, liquid water is known to have a temperature of up to  $-130^{\circ}\text{C}$ , is extremely unstable, freezes when shaken and heated and therefore cannot play a role in ice skating conditions. If we really insisted on the statement in the title, we would have to come to the conclusion that it is not possible to skate at this temperature at all. However, experience is quite clear: ice can be quite slippery even at  $-30^{\circ}\text{C}$ .



8.1. ábra. A víz fázisdiagramjának egy részlete

How much pressure can an ice skater exert on the ice? It's not that difficult to calculate. Assuming that the edge of one skate is 20 cm long and 2 mm wide, the surface area is  $0.2\text{ m} \times 0.002\text{ m} = 0.0004\text{ m}^2$  and the total surface area of two skates is  $0.0008\text{ m}^2$ . If you estimate the average weight of a person to be 80 kg, his weight is 800 N (the conversion factor between the two is the acceleration due to gravity measured on the earth's surface, which we have assumed as a first approximation to be  $10\text{ m/s}^2$ ). Therefore, the pressure acting on the ice through the skate is  $800\text{ N} / 0.0008\text{ m}^2 = 1000000\text{ Pa} = 10^6\text{ Pa} = 10\text{ bar}$ . That's barely 10 times normal atmospheric pressure, which is about 1 bar (or  $10^5\text{ Pa}$ , or 1 atmosphere - scientists and their units vary widely). 8.1. In the figure, the melting point value is slightly below  $0^{\circ}\text{C}$ , corresponding to 10 bar. For the melting point of ice to change significantly, much higher pressures would be required.

Already in the 19th century, the objection was expressed that, due to the unevenness of the surface, the skate only came into contact with the ice over a much smaller area than could be calculated based on its dimensions. However, even if this is true, it cannot in any way explain the fact that it is possible to skate at temperatures below  $-22^{\circ}\text{C}$ . Not to mention that the higher pressure comes with a higher frictional force in movement, which would hinder sliding, and this, according to theoretical calculations, is much more important than lowering the melting point of the ice.

However, when it comes to friction, a different train of thought might arise. It is known that friction generates heat, which can lead to an increase in temperature and thus melting of the ice in the very thin layer in contact with the skate. On the other hand, friction and the resulting heat development only exist at the same time as movement. However, experience shows that the ice is slippery enough even for immovable objects and you usually don't have to make any special effort to slip. Not to mention that the friction force on ice is usually low (that's why it slips), so the heat buildup can't be great either.

So what is the explanation? Firstly, the ice surface is very smooth, at least suitable for ice skating. Due to the smooth surface, there are only a few places where the small bumps of the body sliding on the ice get "caught" in the small bumps of the ice. This is also helped by the fact that the water molecules on the ice surface are surrounded by fewer neighbors than inside the ice, so the forces holding the particles in place are smaller and they can move easily relative to each other. This effect is sometimes described as a very thin (approximately one hundred thousandths of a millimeter thick) liquid-like layer on the ice surface. However, the word "liquid" in this statement must be treated very carefully because it does not mean that this layer is made of conventional liquid water. And the layer is always created - regardless of whether you walk on it or not.

Finally, we would like to mention that there is a material called synthetic ice that is used to make ice rinks in places where it would be very expensive to keep temperatures below freezing. This synthetic ice is made of special plastic, but its melting point does not decrease under high pressure, but rather increases. You can still skate on it.

## 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.*

**Dobóné Tarai Éva**

### **Természettudomány – Képzőművészet – Oktatás A gubacsdarázstól David Hockney-ig**

A XX. század utolsó évtizedeiben új oktatásfilozófiák jelentek meg és terjedtek el, amelyek a különböző tudományterületekhez kötődő tantárgyak integrált oktatását szorgalmazták. Az ismert betűszó, a STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) azt a törekvést testesíti meg, hogy a közoktatásból kikerülő diákok olyanfajta tudással rendelkezzenek, amely képessé teszi őket a munka világában felmerülő összetett problémák megoldására (Dacumos 2003). A legutóbbi időkben a természettudományok, a technológia, a mérnöki tudományok és a matematika mellett helyet követeltek maguknak a művészetek (Arts) is. Megjelent a STEAM, egy olyan oktatási modell, ami a hagyományos tantárgyakat és a művészeti oktatást ötvözi egy olyan keretbe, amelyre integrált tanterv tervezhető (Prasad és Prasad 2024; Yakman 2008) A Nemzeti Alaptanterv a diszciplináris oktatás elvére épül, azonban a mai közoktatási gyakorlatban is lehetőség nyílik egyfajta tantárgyi integrációra például szakkörök, önképzőkörök keretein belül.



## Egyedi – általános

Iskolánkban évek óta működik egy, a hagyományos szakköri kereteken túlmutató kémiai önképzőkör. Jellemzője a diákok önszerveződése, nagyfokú aktivitása, kezdeményezőkézsége, önálló kutatás és kooperáció. Általában több héten, esetleg hónapokon átfutó projekteken dolgozunk, miközben folyamatosan újabb és újabb ajtók nyílnak nem várt kutatási irányokba, bár előfordul, hogy ezek az irányok zsákutcákba vezetnek. Többször foglalkoztunk már festékekkel, pigmenteket állítottunk elő növényi és ásványi eredetű anyagokból, és különböző kötőanyagokkal festékeket készítettünk belőlük. Minden ilyen kísérletsorozat csúcspontját jelentette a kész anyagok kipróbálása és az önálló alkotások létrehozása. A projekt betetőzését a rajzszakkörrel történő együttműködés után létrehozott kiállítás jelenti.

Az önképzőköri munkát minden tanév legelején egy ötletbörze indítja. Megbeszéljük a diákok nyáron gyűjtött természettudományokhoz, elsősorban kémiához kötődő tapasztalatait, olvasmány-, film- vagy kiállítás alapján felmerült ötleteit, kérdéseit, saját megfigyeléseikről szóló beszámolóit és ebből a nagyon színes csokorból választjuk ki, hogy mivel kezdjük, és mivel folytatjuk a közös munkát. Egyikük néhány suskagubaccsal érkezett az első alkalomra és természetesen mindenkit érdekelt, hogy mi is ez a képződmény valójában és hogyan keletkezik. Már a gyors tájékozódás után is kiderült, hogy több tudományterületet érintő témáról van szó, és amikor a gubacstinta készítés révén még a képzőművészetekkel való kapcsolódással is kecsegtetett, egyhangú volt a döntés: ez lesz a tanév kezdő projektje.

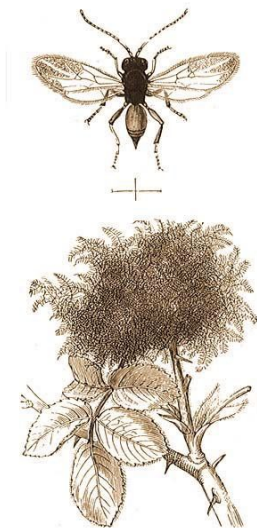
Jelen írásban a tölgyfagubacs tematika köré szervezett kutatásainkat és kísérleteinket mutatom be.

### **A gondos szülő neve: gubacsdarázs**

A tölgyfagubacsdarázs egy népes nemzetség (*Cynipidae*) tagja, csak tölgyfán élő rokonsága több mint 200 fajt számlál, de előfordulnak vadrózsán, gesztenyén vagy bükkfán is. A stratégia mindig ugyanaz: a darázs megszúrja a friss, fejlődő rügyet és elhelyezi benne a petéjét. A kikelő lárva hormonális úton, kémiai jeleket kibocsátva elindítja a rendellenes szövetburjánzást. A kialakuló gubacs belsejében egy kamrában fejlődik a lárva, míg a külső, kemény burok védelmet biztosít számára, a belső lágy szövet pedig táplálékul szolgál. Egyes fajok esetében csak egy

lárva fejlődik egy gubacsban, de ismertek többkamrás gubacsok is, amelyek lakóinak száma akár több száz is lehet.

A gubacs külső felszíne sem véletlenszerűen alakul. Lehet ritkán tüskés, mint a magyar tölgyfagubacs vagy sűrűn szúrós, például a rózsagubacs esetében (1. ábra). A gubacsdarazsak a ragadozó fémfürkész darazsak ellen védik így az utódjaikat.



1. ábra. Rózsagubacsdarázs és gubacs (Brehm: Állatok világa, Ízeltlábúak)

## A gubacs mint 17. századi exportcikk

Bár nem tudható biztosan ki állította elő az első tintát, leletek bizonyítják, hogy kb. 4000 évvel ezelőtt már az ókori egyiptomiak és a kínaiak is használtak valamilyen anyagot, ami az írás rögzítésére szolgált. Az ókori egyiptomiak koromból és szurokból álló írófolyadékot használtak, a rómaiak pedig a Földközi-tengerben élő tintahalak mirigyváladékából készítettek barnásfekete színű, írásra alkalmas szépiafolyadékot (Finály, 1948).

A mai tinta ősének a kínaiak által használt keveréket tekinthetjük. A legjobb minőségű tintákat 1500 évvel ezelőtt kezdték el készíteni. A jól bevált recept szerint olajmécesst égettek egy bambuszból készült ernyő előtt és minden félórában, egy madártoll segítségével lekapargatták a

keletkező kormot, majd a megfelelő tapadás biztosítása érdekében marhabőrből kivont enyvvel és szezámagolajjal keverték össze. Kisebb leányeket, korongokat formáztak a képlékeny anyagból, majd megszáritották. Felhasználáskor kisebb darabokat törtek le belőle, porították és vízzel elkeverve alkalmazták tustintaként. A Tang-dinasztia (618-907) idején élő Wu Daozi hozta divatba és vitte sikerre a monokróm (fekete-fehér) tusábrázolást (Finlay, 2014).

A Kilenc sárkány című, 1244-ben készült, közel 2,5 m hosszúságú fekete tustintával festett kép alkotója, Chen Rong az elkészült művet szemlélve a következő, nem túl szerény kijelentést tette: „Távolról nézve úgy érzik az ember, mintha a sárkányok és a felhők repkednének és mozognának. Középről szemlélve pedig azt gondoljuk, hogy ezeket a sárkányokat csak egy isten tudja megfesteni.”



2. ábra. Chen Rong: Kilenc sárkány, 1244. (J. Paul Getty Museum, Los Angeles, Getty Publications)

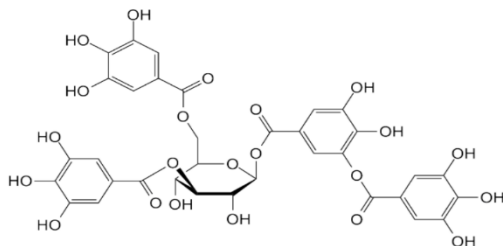
A korai európai kódexek növényi festékekkel és tussal készültek. A 11. században azonban az európai-ázsiai kereskedelmi útvonalakon csak bizonytalanul és nagyon drágán lehetett hozzájutni a kínai árukhoz, így a tustintához is. Valamilyen egyszerűbb és olcsóbb forrás felkutatása vált szükségessé. A hagyomány szerint egy, a 11. században élt bencés szerzetes, Theophilus presbiter találta meg a megoldást (Theophilus, 1986). Csak valószínűsíthető, de nem bizonyított, hogy ő írta le először a tölgyfagubacsból készíthető tinta előállítását. Egyetlen másolatban fennmaradt műve a *De diversis artibus* a középkori mesterségeket mutatja be. Első kötetében a festésről (fal- és kódexdíszítés) ír és bemutatja

a felhasznált anyagokat és eszközöket és ezek, pl. a tinta és a festékek előállításai módját is.

A középkorban a legkeresettebbek a közel-keleti Aleppóból (ma: Szíria) származó gubacsok voltak. A 19. században Magyarország jelentős bevételre tett szert a tölgyfagubacs-kereskedelemből. Évente több ezer tonnát szállítottak Nyugat-Európába a szlavóniai kocsányos tölgyesekből. Legjobb minőségű tintát a suskagubacsból lehetett előállítani, ezért ez volt a legkeresettebb.

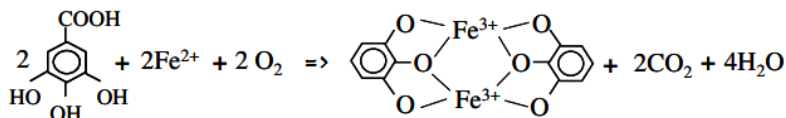
### A recept

Robert Boyle szerteágazó munkássága során *A színek történetének kezdetei* című munkájában a gubacstinta készítéséhez is kísérleti leírást ad. A csersav egy polifenolokat tartalmazó bonyolult poliészter (3. ábra).



3. ábra: A csersav szerkezete

Boyle kísérleteinek tanúsága szerint a gubacsból kivont csersavas elegy vas(II)-szulfát hatására sötétebbé válik (Boyle, 1664), száradás után pedig megfeketedik, a csersavas vasvegyületben lévő vas(II)-ionok vas(III)-ionokká való oxidációjának köszönhetően (4. ábra).



4. ábra. A galluszsav és a vas(II)-ionok egy lehetséges reakciója a gubacstinta száradása során

Papírra írva halvány, majdnem színtelen az oldat, ami száradás után a levegő oxidáló hatására kezd sötétedni. (A korabeli kódexmásolók

munkájuk megkönnyítésére bodzaport keverték a tintához, így a szöveg piros színnel láthatóvá vált.)

A polifenolokból álló különféle csersavak és a savasan hidrolizáló vasgálic olyan savas közeget teremtett, ami évszázadok alatt a gubacstintákkal írt dokumentumok roncsolódásához vezetett. Boyle javaslatára a tintakészítés utolsó lépéseként még a borkósav valamelyik alkálifémmel alkotott sóját adták a rendszerhez, ami egy megbízhatóbb tintát eredményezett. Boyle megfigyelése volt az is, hogy ha a kész tintához kénsavoldatot adott, akkor az elszíntelenedett, míg hamuzsírral (káliumkarbonáttal) közömbösítve vissza tudta nyerni az eredeti színt.

Carl Wilhelm Scheele újabb tapasztalatokkal bővítette a gubacstintára vonatkozó ismereteket. 1785-ben felfedezte, hogyha tölgyfagubacs oldatát levegőn hagyja beszáradni, egy kristályos só képződik, amit a gubacs német neve (Gallapfel) után galluszsavnak nevezett el (2,3,4-trihidroxi-benzoészav).

Bár hosszú évszázadokon keresztül használták az egyre tökéletesített eljárások során előállított gubacstintát, folyamatos próbálkozások zajlottak újabb tartós festékek előállítására. Sajnos a csersavaknak vassal alkotott vegyületei könnyen kicsapódó szuszpenzió formájában voltak jelen a tintában. 1856-ban August Leonardinak sikerült homogén koloid rendszerré alakítani a gubacstintát az alizarin segítségével. De ez a festékek történetének már egy újabb fejezete.

## **Túl sok sav**

A gubacsdarázs vagy gubacslégy által megszúrt és burjánzásnak indult gubacs csersavtartalma nagyon magas. Ez olyan magas savtartalmat és olyan erős hatást jelent, hogy még a pergament vagy a papírt is szétmarja. A megoldást, a savtartalom csökkentését a klasszikus, Boyle által leírt recepttel sikerül elérni. Az összetört gubacsból vízzel és vasgálicos áztatással kötötték meg a csersavat, majd mézgával sűrítették a keveréket.

Kezdetben az is gondot okozott, hogy az áztatás során a csersavon kívül más anyagok is kioldódtak a gubacsból, amelyek túl azon, hogy módosították a tinta színét, az írásra használt felületet is károsították. Ez a hatás néhány évszázad alatt olyan drámai átalakulásokat eredményezett a kódexek pergamenjeiben, ami a szövegeket olvashatatlanná tette és pótolhatatlan veszteséget okozott a kultúrtörténet számára. Leonardo da

Vinci írásos életművének 60-70%-a hanyatlás jeleit mutatja, Johann Sebastian Bach kottái folyamatosan pusztulnak és Galileo Galilei számos kézírata gyakorlatilag megsemmisült.

A papír károsodását két tényező együttes hatása okozhatja: a savasság és a fémionok jelenléte. A savas kémhatás a cellulóz savas hidrolízisét eredményezi, a vas(II)-ionok (egyes barna színű tinták esetében a réz(II)-ionok) a cellulóz oxidációs lebomlásához járulnak hozzá.

Savas közegben a cellulózmolekula polikondenzációval összekapcsolódott 1,4-glükózidos kötésű  $\beta$ -D-glükóz egységei vízfelvétellel kilépnek a láncból és a pH függvényében hosszabb-rövidebb idő alatt a cellulózlánccok feldarabolódhatnak. Ennek következtében a papír a kialakuló bomlástermékek miatt sárgásbarna színűvé válik, mechanikai szilárdságát is elveszti, töredezik, porlik (Janssens, és mtsai. 2008)

### **A cellulóz oxidációs lebomlása**

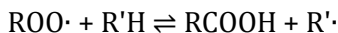
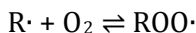
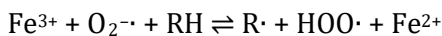
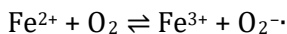
A cellulózmolekulában fény (elektromágneses sugárzás) hatására gyökös mechanizmusú autooxidációs folyamatok kezdődnek, jellemzően az alkoholos hidroxilcsoportokon és a glükóz egységeket összekapcsoló éterkötés oxigén atomján (Orosz, 2008).

Normál körülmények között egy kezeletlen cellulózlánc oxidációjához 200 nm hullámhosszú UV-sugárzás szükséges, azonban a festett papír esetében már a látható fény hullámhossztartományába eső sugarak is elindíthatják az oxidációs folyamatokat. Ilyenkor a 2. és 3. szénatomon lévő alkoholos csoportok oxocsoportokká (aldehid- és ketocsoportokká), majd karboxilcsoportokká oxidálódnak. Ezek részben kromofór (színt adó) csoportok, a kialakuló konjugáció miatt a papír sárgás, barnás elszíneződését eredményezik, másrészt a karboxilcsoport jelenléte hozzájárul a már eddig is savas közeg biztosításához.

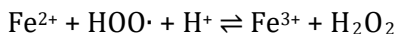
A másik, párhuzamosan zajló reakcióban a cellulózban a vas(II)-ionok által katalizált oxidációs folyamatok során reakcióképes szabadgyökök keletkeznek, amelyek eredményeképpen egyebek mellett hidrogén-peroxid is keletkezik (Fenton-reakció). A savas közeg biztosított, a tinta vasgálic tartalmú, így most már minden feltétel adott a cellulóz gyökös mechanizmusú autooxidációs folyamatához és a régi, papír alapú írásos dokumentumok öregedéséhez, roncsolódásához.

A valószínűsíthető folyamatok legfontosabb lépései:

A) Szerves gyökök képződése:



B) Hidrogén-peroxid képződése (Fenton-reakció):



A folyamatok sebessége pH függő. Általában az 5,5-9,5 tartományon belül zajlanak és a pH növekedése elősegíti a lejátszódásukat. A vastartalom nagysága is szerepet játszik a dokumentum roncsolódásának ütemében. A történeti tintareceptek általában 1:2 vas-szulfát – gubacs arányt írtak elő. Ahhoz azonban, hogy a gubacsban levő galluszsav és tannin (csersav) tökéletesen elreagáljon a vassal, tehát az ne maradjon feleslegben, 1:3 arány lenne az ideális. A legtöbb régi recept alapján készített tinta tehát feleslegben tartalmazott vas(II)-szulfátot, ami levegőn oldhatatlan vas-hidroxidokká és kénsavvá alakult. Mivel a cellulózban és a tintában is található redukáló molekuláriszletek, a vas(II)-ionok folyamatosan újratermelődnek és biztosítják a papír további katalitikus oxidációját.

A restaurátorokat komoly, kémiai ismereteket is igénylő feladat elé állítja az emberiség ilyen formában fellelhető írásos kultúrkincsének megőrzése.

### Gubacstintakészítés házilag

Kísérleteinkhez a Margitszigeten gyűjtött suskagubacsokat használtuk. Alapos tisztítás, mosás, szárítás után dörzsmozsárban finom porrá törtük, majd desztillált vízben főztük 30 percig. Lehűlés után pár csepp formalint adtunk hozzá és a következő önképzőkörig (168 óra) lefedve, hűtőszekrényben tároltuk.

A következő alkalommal a főzeteket leszűrtük és a barnás színű oldatokból elkészítettük a kész festékeket a vas-szulfát és a porrá tört gumiará-bikum hozzáadásával. Mivel többféle forrást is felkutattunk, amelyek más-más mennyiségű vas(II)-szulfát hozzáadást javasolja, többféle

arányt is kipróbáltunk, de a kész tinták esetében érzékszervi vizsgálattal nem tudtunk különbséget megállapítani. Az oldatok feketék voltak, amelyek színe a papíron száradás után érzékelhetően mélyült.

### A puding próbája...

Az elkészült tintákkal azonnal próbaírásokat és festményeket is készítettünk. Hagyományainkhoz híven a festékes projektjeinket a rajzszakkörrel végzett együttműködés zárja. Most David Hockney alkotásai adták az inspirációt. Érdekes és nehéz feladat volt a jellemzően harsány színekkel dolgozó művész képeinek a gondolatiságát megragadni, majd pusztán egyetlen, fekete színű tinta felhasználásával ábrázolni. Az elkészült képekről összeállított kiállítás részlete látható az 5. ábrán.



5. ábra. Gubacstintával készített festmények David Hockney művei alapján

Köszönöm B. Csernyánszky Katalin textilművész – rajztanárnak és tanítványainknak a közös munkát.



## **Források**

Boyle R. (1664): The beginning of an experimental history of colours. Henry Herringmann, New Exchange, London (p. 134).

<https://www.gutenberg.org/files/14504/14504-h/14504-h.htm>

Dacumos LP. (2003): STEM education and the project-based learning: A review article. *STEM Education Review*. 2023. doi: 10.54844/stemer.2023.0385

Finály István (1948): Tus, tinta, ceruza. *Természettudomány III. évfolyam* 9-10. szám, (p. 273-280.) A Magyar Természettudományi Társulat közlönye. Budapest.

<https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/teazo/festek/tus.html>

Finlay V. (2014): The Brilliant History of Color in Art. J. Paul Getty Museum, Los Angeles, Getty Publications, (p. 34-35.)

Forum Hungaricum Nonprofit Kft. <http://forumhungaricum.hu/kulturkincs/kis-szovegkiemelés-tortenet-ii/>

Janssens, K., Vekemans, B., De Nolf, W. Rouchon Quliiet, V. (2008): Natural ageing study of paper impregnated with Iron-galls inks: Correlation between Fe<sup>2+</sup>-content and mechanical strength. Photon Science – Highlights and Annual Report, DESY Photon Science, Germany.

Koirala Prasad K., Parajuli Prasad K. (2024): Integrating STEAM education in the school science teaching at Gorkha district. *Forum for Education Studies* 2024, 2(3), 1430. <https://doi.org/10.59400/fes.v2i3.1430>

Orosz Katalin (2008): XVI-XVII. századi festett papírtárgyak vizsgálata és konzerválásuk lehetőségei. *DLA értekezés*, Magyar Képzőművészeti Egyetem, Budapest.

Theophilus presbyter (1986): A különféle művességekről. *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest, (p. 172.)

Yakman G. (2008): STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *Purdue University Press*

## **37. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Kémiai és Vegyipari szekciója**

2025 tavaszán kerül sor a 37. Országos Tudományos Diákköri Konferenciára, ezen belül az OTDK Kémiai és Vegyipari szekciója a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán, a Kémiai Intézet szervezésében kerül megrendezésre, 2025. április 9-11 között (honlap: <https://kemia.unideb.hu/37otdk>)

Felhívjuk a figyelmet, hogy a felsőoktatásban tanuló hallgatók mellett magyarországi és külföldi középiskolások számára is nyitott ez az országos tudományos konferencia, a középiskolások többféle módon vehetnek részt rajta:

- 1) Az OTDK központi felhívásnak megfelelően valamely felsőoktatási intézmény által szervezett intézményi TDK konferenciára pályamunkát nyújtanak be, részt vesznek a konferencián és jelölést szereznek az OTDK-n való részvételre (37. OTDK központi felhívás: <https://otdk.hu/otdk/aktualis-otdk>, 2. számú melléklet, szekciófelhívás: <https://otdk.hu/szekcio-felhivasok/kemiai-es-vegyipari-szekcio>).
- 2) A 37. OTDK-ra pályamunkák delegálására jogosult középiskolai tudományos diákköri konferenciák révén (37. OTDK központi felhívás, 4. számú melléklet)

Jelenleg az alábbi konferenciák jogosultak:

- TUDOK (a Kutató Diákok Országos Szövetsége által szervezett Kárpát-medencei konferencia)
- Országos Diákvegyész Napok
- Hlavay József Országos Környezettudományi és Műszaki Diákkonferencia
- Ifjúsági Tudományos és Innovációs Tehetségkutató Verseny
- MCC Középiskolás Ösztöndíjprogram Zárókonferencia (a Mathias Corvinus Collegium Alapítvány Középiskolás Programja által meghirdetett konferencia)
- Tudományról Diákoknak Kíváncsiságból (TDK) – Tehetségútlel a felsőoktatásba (az Eszterházy Károly Katolikus Egyetem programja)

Azok a középiskolások, akik egy egyetemen/kutatóműhelyben diákköri munkát végeznek, részt vesznek felsőoktatási intézményi vagy egyéb diákköri konferencián (2. pont) és a pályamunkájuk alkalmas az OTDK-n való részvételre, a konferencián egyenrangúan vesznek részt az egyetemista résztvevőkkel (pályamunkájukat bírálók értékelik, az előadásukat különböző tagozatokban mutatják be, és az értékelés is a tagozat összes pályamunkájával együtt történik).

3) A konferencián „megfigyelő” középiskolásként való részvétel. A jelentkezés határideje várhatóan január vége lesz. A megfigyelő diákoknak és a középiskolás delegáltaknak is lesz lehetőségük poszterrel nevezni (akár egyénileg, akár 2-3 fős csoportban). A jelentkezések alapján a szervezők hívják meg a középiskolásokat és választják ki a bemutatandó posztereket.

Várjuk a felsőoktatásban részt vevő hallgatók és a középiskolás diákok jelentkezését.

## Lente Gábor

### Az 56. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia

Az idei Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát (<https://www.icho2024.sa>) 2024. július 21. és 30. között rendeztek meg Szaúd-Arábia fővárosában, Rijádban. A versenyen, amely kizárólag egyéni, így nincs nemzetek közötti vetélkedés jellege, 84 ország 327 diákja vett részt. A magyar csapat mind a négy tagja éremmel térhetett haza: Éger Viktória Bernadett és Viczkó Csaba Péter (mindketten az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló-gimnázium diákjai) ezüstérmes, míg Erdélyi Kata (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium) és Perényi Attila (Budapesti Szilágyi Erzsébet Gimnázium) bronzérmes nyertek teljesítményükkel. A csapatot Zihné Perényi Katalin, Varga Szilárd és Dudás Ádám kísérték.



Az idei rendezvény külön érdekessége volt, hogy a feladatokat összeállító és a megoldások javítását végző, 43 tagú tudományos bizottság alelnöke Magyarfalvi Gábor, az ELTE Kémiai Intézetének oktatója volt, s a munkában a helyszínen 12 további magyar kémikus is részt vett: Enyedi Kata Nóra, Ósz Katalin, Sánta Zsuzsanna, Szalay Zsófia, Bolgár Péter, Ficsór István Dávid, Kapdos Ádám, Kóczán György, Lente Gábor, Sajósi Benedek, Szabó Ákos, Villányi Attila.

Az első Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát 1968-ban, Prágában szervezték Csehszlovákia, Lengyelország és Magyarország részvételével, így

hazánk kivétel nélkül minden rendezvényen képviseltette magát, s összesen négy alkalommal házigazda is volt. A kialakult szokások szerint a szervező lényegében meghívja a világot az eseményre: országonként négy diák és két kísérő minden, a helyszínen felmerülő költségét fedezi.



A feladatok összeállítását általában kizárólag a házigazda ország szakembereiből álló tudományos bizottság végzi. Így volt ez 2008-ban is, amikor Budapesten rendezték a versenyt, s a tudományos bizottság elnöke Magyarfalvi Gábor, az ELTE oktatója volt. 2016-ban a diákolimpia szervezését Grúzia több visszalépés után, nagyon rövid felkészülési idővel vállalta el, abban az évben is az ideihez hasonlóan nagy arányú volt a magyar részvétel a szervezésben.

Magyarország és Szaúd-Arábia között egy bő évtizedes múltra tekint vissza az együttműködés a diákolimpiai felkészítésben. Ennek részeként magyar kémikusok rendszeresen tartanak kémiaórákat mind Rijádban, mind Budapesten tehetséges szaúdi diákoknak. Ez az együttműködés lépett új szintre a 2024-es diákolimpia szervezésénél, amelyben a magyar részről olyan kémikusok kaptak meghívást a tudományos bizottságba, akiknek jelentős korábbi nemzetközi versenyzői vagy szervezői tapasztalatuk volt.

Az évek során a részt vevő országok köre fokozatosan bővült. Európa lényegében valamennyi országa küld csapatot a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára, az idén egyedül Svédország maradt távol. Liechtensteinből is érkezett egy versenyző, ami igen dicséretes, hiszen a törpeállam teljes lakossága nagyjából Szigetszentmiklóséval egyezik meg. A rendszeres

résztevők közül Izrael részvételét a gázai háború hiúsította meg. Oroszország és Fehéroroszország diákjai a sportversenyekhez hasonlóan egyéni indulóként, országmegjelölés nélkül vehettek részt az idei versenyen. Ghána, Irak, Jordánia és Marokkó képviselői megfigyelőként voltak jelen, az utóbbi három diákokat először jövőre küldhet majd.

Maga a verseny két részből áll: egy laboratóriumi gyakorlati, illetve egy elméleti fordulóból. A diákok a feladatsorokat anyanyelvükre lefordítva kapják meg, a javítást viszont a tudományos bizottság végzi, ezért a kérdéseket speciális, diákolimpiai stílusban kell megírni: nagyon ügyelni kell arra, hogy a helyes válaszokat a kémia nyelvektől független jelrendszerével maradéktalanul le lehessen írni. A feladatok kidolgozásához a tudományos bizottság mintegy másfél éves előkészítő munkája szükséges, végleges formájukat az összes részt vevő ország egy-egy képviselőjéből álló testület fogadja el a helyszínen.

A szükség szülte diákolimpiai feladatíró stílusnak az a következménye, hogy a legjobb, legtöbb kreativitást igénylő feladatokat gyakran nem is lehet ezen a versenyen feladni, mert nem lehet ehhez a stílushoz igazítani őket a lényeg elvesztése nélkül. Kicsit humorosan, de korántsem teljesen komolytalanul azt is lehet mondani, hogy egy diákolimpiai feladathoz a diák részletes megoldási útmutatót is kap. A teljes feladatsorban arra is kell ügyelni, hogy mindenkinek legyen valamennyi sikerélménye. Ez nem is olyan könnyű, mert a különböző országokból érkezők felkészültsége nagyon különböző. Esetleg előfordul az, hogy az egyik országból érkező diák nevetségesen könnyűnek talál egy olyan kérdést, amelyen egy másik ország versenyzői keményen megizzadnak. Végül figyelni kell arra is, hogy a verseny tényleg kiválassza a legjobbkat, tehát legyen olyan feladat is, amelyet tíz-tizenöt diáknál több nem tud lényegében jól megoldani. Ha ezt a kritériumot nem teljesíti egy feladatsor, akkor fordulhat elő az, hogy egyetlen eltévesztett számjegy tíznél több helyezéssel veti vissza egy diák végeredményét.

A csapatokkal érkező kísérők egyik fő feladata a fordítás, de ez egyben azt is jelenti, hogy a nyitóünnepségtől az elméleti forduló végig ők nem beszélhetnek a saját diákjaikkal. A fordítás az egész olimpia egyik leg-sokszínűbb folyamata. Az összesen 84 részt vevő ország küldöttjei a feladatsort 39 nyelvre fordították le, 10 különböző írásrendszert használtak (arab, cirill, görög, grúz, japán, kínai, koreai, latin, örmény, thai).

Minden ilyen dokumentumot le lehet tölteni az Internetről (<https://www.icho2024.sa/en/pages/Problems.aspx>).

Van jó pár olyan nyelv, amely több részt vevő országnak is a hivatalos nyelve (az olimpián ilyen szempontból a spanyol a leggyakoribb). Ilyenkor nyugodtan lehet összefogni, de minden országnak le kell adnia valamit, amely a saját hivatalos fordításának számít. Azoknak az országoknak is kell hivatalos fordítás készíteni, amelyeknek a diákjai angolul oldják meg a kérdéssort. Ez lehet azonos a hivatalosan elfogadottal, de egy picit hozzá lehet igazítani az adott ország angol nyelvhasználatához is. Érdekesség, hogy az Egyesült Arab Emírátságok és Észtország, noha saját hivatalos nyelvük van, valójában nem fordított, angolul adták a feladatsort a diákjaik kezébe.

A többnyelvű országok ilyenkor gondban is lehetnének. Svájc erre jó példa, ott négy hivatalos nyelv van. 2008-ban Budapesten volt egy rétoromán anyanyelvű diákjuk, de ő elvállalta, hogy az ország egy másik hivatalos nyelvén írja a dolgozatot. Az idén Svájc egyszerű helyzetben volt, csak német fordítást készített. A belgák érezhették magukat a legrosszabb helyzetben, mert ők flamandra, franciára és németre is fordítottak a négyfős csapatuknak (Belgiumnak van olyan része, ahol a német is hivatalos nyelv). Az ő feladatukat leegyszerűsítette az a szerencsés tény, hogy mindhárom nyelvhez volt másik ország is, akivel együttműködhetnek.

A fordítás megkönnyítéséhez az OlyExams nevű rendszert használják, ezt eredetileg a fizikai diákolimpiákon fejlesztették ki szűk tíz éve. Ebbe a LaTeX-hez hasonló, de annál kicsit felhasználóbarátabb struktúrában lehet bevinni szöveget, ábrákat és matematikai képleteket, amelyből aztán automatikusan pdf dokumentumot lehet generálni. Így a fordításnál a dokumentumba csak azt a szöveget kell a célnyelven bevinni, ami tényleg nyelvfüggő. A rendszer beépítve használja a gépi fordítást is, így a célnyelvi szöveg nyers változatát is lehet automatikusan generálni, s csak az így létrejövő dokumentumot kell javítani. Az OlyExams lehetőséget ad megjegyzések írására is. Ez nagyon hasznos, mert így a hivatalos angol szöveg végleges elfogadása és a fordítás megkezdése előtt minden ország kísérőinek lehetősége van arra, hogy véleményt mondjanak és változtatások javasoljanak.

A rendkívül látványos nyitóünnepségnek és a záróünnepségnek a King Saud Egyetem színházterme adott otthont, mindkét ünnepség teljes

felvétele megtekinthető a diákolimpiát szervező Mawhiba tehetséggon-  
dozó alapítvány YouTube csatornáján:

<https://www.youtube.com/watch?v=8iMcWi1G1Dk>,

<https://www.youtube.com/live/LZWx4heu42s>.

A gyakorlati forduló július 24-én délelőtt volt az egyetem laboratóriu-  
maiban. A feladatokon félórás szünettel összesen öt órát dolgozhattak a  
diákok. A gyakorlat során minden versenyző pontosan ugyanolyan esz-  
közöket kap és pontosan ugyanannyi laborhelyen dolgozhat. Idén két kí-  
sérletsort kellett elvégezni. Az első, rövidebb feladatban négy sav-bázis  
indikátor sajátosságait kellett tanulmányozni. Először vékonyréteg-kro-  
matográfiával az alkoholos oldatban (külön) kiadott színes anyagok el-  
választását kellett optimalizálni, majd az indikátorokat  $pK$  szerint sorba  
rendezni. Ez utóbbi feladathoz sósavat és még nyolc további oldatot kap-  
tak a versenyzők (bórsav, oxálsav, foszforsav, propionsav, nátrium-di-  
hidrogén-foszfát, nátrium-hidroxid, nátrium-propionát, trinátrium-  
foszfát). A feladat egyik fő nehézsége az volt, hogy a munka közben kel-  
lett rájönni arra, melyik kémcső melyik oldatot tartalmazza a felsorolt  
nyolc közül. Ehhez a szöveg megadta a megfelelő  $pK$  értékeket, így la-  
bormunka közben  $pH$ -t is elég sokat kellett számolni. A négy azonosít-  
andó indikátor a fenolvörös, a brómkrezolzöld, a timolftalein és a timol-  
kék volt, az utóbbi a többitől eltérően nem egy, hanem két különböző  
 $pH$ -n vált színt.



A második feladat mennyiségi analitikai jellegű volt. Térfogatmérő esz-  
közöket használva ilyen típusú kísérlet majdnem minden diákolimpián



van. Rijádban viszont tömegméréssel kellett mennyiségi elemzést végezni, vagyis mérleglen kellett titrálni. Ez elég szokatlan eljárás, más részletekre kell odafigyelni, mint bürettát használva. Szervezési szempontból itt a kulcskérdés a mintegy 350 darab egyforma, a feladat elvégzéséhez kellően megbízható mérleg beszerzése volt. A gyakorlat során négyféle tömeg szerinti titrálást kellett elvégezni permanganátoldattal, s ezekkel a jodidionokkal és formiátionokkal lezajló reakciókat tanulmányozni különböző pH-jú közegekben.

Az elméleti feladatsort július 26-án délelőtt írták a versenyzők, ezek megoldására szintén öt órájuk volt. Az egyetem bejárati csarnokát egészen egyedi módon alakították át erre az alkalomra, erről drónnal emblemikus fénykép is készült.



A diákoknak kilenc problémát kellett megoldaniuk a kémia legkülönbözőbb területeiről, ezek között voltak a házigazda országhoz köthetők is: az egyik a sáfrányos szeklicében megtalálható jellegzetes vegyületek szerkezetével foglalkozott; míg egy másiknál egy olyan ipari folyamat leírása volt a cél, amelyet az idei olimpiai fő anyagi támogatója, a SABIC nevű, szaúdi vegyipari cég szakemberei dolgoztak ki korábban.

Az elméleti forduló után a diákok és kísérőik újra találkozhattak, ennek a nagy hagyományú rendezvények „Reunion party” a neve. Közben a tudományos bizottság tagjai elkezdték javítani a feladatokat. Ez az egész diákolimpián egyik legnagyobb szervezési kihívás, mert a 327 megoldás kijavítására és pontozására 24 óránál alig volt több. Lényegében ez az időkorlát a meghatározó ok, ami miatt a tudományos bizottságnak feltétlenül nagy létszámúnak kell lennie. A javítás még néhány évvel ezelőtt is papíron történt, így rengeteg fénymásolásra volt szükség. Az idén a Gradescope nevű szoftvert használta a bizottság, ehhez az első lépés az

összes dolgozat beszkenelése. Ez az utólag, egyenként szükségessé váló javításokkal együtt néhány órát igényelt. Az elektronikus javítási technika miatt a kérdések és a rájuk adott válaszok nem lehettek egy lapon: a kitöltendő válaszlapon minden ország számára pontosan azonosnak kell lennie, s semmilyen olyan információt nem tartalmazhatnak, amely nyelvhez kötődik, s így fordítani kellene. A Gradescope ezen követelmények teljesítése után nagyon következetes és strukturált javítást tesz lehetővé, amely egyébként jól illeszkedik a diákolimpiai feladatok sajátos stílusához.

A kísérőtanárok minden országból megkapják a saját diákjaik munkáit. Az olimpia egyik legérdekesebb folyamata az arbitrálás (sajnos erre a folyamatra senki nem talált még megfelelőbb magyar szót): a tudományos bizottság tagjai és a részt vevő országokból érkező kísérőtanárok megegyeznek abban, hogy egy-egy diák megoldására hány pontot lehet adni. Ennek módszerét régóta finomítják. A Gradescope használatának egyik nagy előnye, hogy személyes találkozás nélkül, elektronikusan is lehetővé teszi a véleménykülönbségek feloldását. A kísérők ugyanis jogot kapnak arra, hogy az elektronikus felületen megjegyzéseket írjanak az egyes pontszámokhoz, és módosítást kérjenek. Ha itt nem sikerül dűlőre jutni, akkor az eredményhirdetés előtti napon személyes egyeztetésre is lehetőség van. A folyamat itt is több lépcsős: ha a feladat javítócsapata és a kísérő között megmarad az egyet nem értés, akkor első körben a tudományos bizottság elnökéhez lehet fordulni, második körben az olimpia vezető testülete, a Steering Committee egy tagjához, s legvégső esetben akár az összes ország egy-egy delegáltját tartalmazó Jury Meeting elé is lehet vinni a dolgot. Erre Rijádban volt is példa.

A végeredmény kiszámításának módszere is fél évszázados, fokozatos finomítások eredménye. Az idén gyakorlati és elmélet feladat összesen 11 volt, még a verseny előtt mindegyikhez meghatározzák, hogy a teljes végeredménybe hány százalékkal számítanak bele. A rövidebb gyakorlati feladat 16 %, a hosszabb 24 %, az öt rövidebb elméleti feladat 6 %, a négy hosszabb 7,5 % súlyt kapott. Az, hogy az egyes feladatokon belüli javításnál mennyi az összpontszám, a végeredmény szempontjából érdektelen, illeszkedhet a feladat belső logikájához. A belső pontszámokat arányosan átszámolják versenyszázaléokra, s ezeket a különböző feladatokra összeadva születik meg a végeredmény. Az abszolút első helyen végző kínai diák végső pontszáma például így állt össze:

feladat, %	maximális pont	diák pontszáma	versenyszázalék
G1 (16 %)	107	103	20,459
G2 (24 %)	85	72,46	20,459
E1 (7,5 %)	24	24	7,500
E2 (6 %)	12	10	5,000
E3 (7,5 %)	31	27	6,532
E4 (6 %)	21	16,5	4,714
E5 (6 %)	44	44	6,000
E6 (6 %)	38	38	6,000
E7 (7,5 %)	23	18,5	6,033
E8 (6 %)	38	38	6,000
E9 (7,5 %)	35	33	7,071

Így a győztes összteljesítménye 90,71 % volt. A második helyen lévő bolgár diák eredménye 90,44 %, míg az abszolút harmadik amerikai versenyzőé 88,51 % volt.

Az eredményszámítási módszer elég bonyolultnak tűnhet, de egyrészt lehetővé teszi azt, hogy a feladatokon belül a részpontok megoszlása kellően rugalmas legyen, másrészt gyakorlatilag megszünteti a holtversenyeket, mert ilyesmi csak akkor alakulhat ki, ha két versenyző minden egyes feladatban pontosan ugyanolyan eredményt ért el. Persze nagyon kicsi különbségek így is előfordulnak. Az idén a legkisebb különbség a 88. helyen 59,00714 %-kal végző litván és a 89. helyen 59,00698 %-kal végző iráni diák között volt.

Az is régi megegyezés már a diákolimpiákon, hogy aranyérmet a résztvevők nagyjából 10%-a kap, ezüstöt 20%, bronzot pedig 30%. A pontos határokat úgy húzzák meg, hogy egymáshoz nagyon közeli eredmények semmiképpen ne kapjanak különböző érmet.

Az egyes feladatokban elég hasonló pontszámátlagok és eloszlások születtek: a 327 résztvevő minden esetben átlagosan a megszerezhető pontok 40 és 67 %-a közötti teljesítmény nyújtott. Az egyetlen kivétel az 5. feladat volt, ahol ez a sikerarány mindössze 14,6 %-ot ért el. Erről a példáról (amelynek a szövege a legrövidebb volt) már előre lehetett sejteni,

hogy csak kevesen tudják megoldani. Az eredmények teljes mértékben igazolták várakozásokat, hiszen erre a feladatra mindössze hatan kaptak maximális pontot. Ezen feladat szerzője Zagyi Péter, a Középiskolai Lapok főszerkesztője, s hozzá az ihletet is egy magyar szerzők által írt tudományos cikk adta (László Kótai, Kalyan K. Banerji, István Sajó, János Kristóf, B. Sreedhar, Sándor Holly, Gábor Keresztury, Antal Rockenbauer: An Unprecedented-Type Intramolecular Redox Reaction of Solid Tetraamminecopper(2+) Bis(permanganate)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{MnO}_4)_2$  – A Low-Temperature Synthesis of Copper Dimanganese Tetraoxide-Type  $(\text{CuMn}_2\text{O}_4)$  Nanocrystalline Catalyst Precursors, Helvetica Chimica Acta, Volume 85, Issue 8, August 2002, Pages 2316-2327)

Ha valakinek van kedve kipróbálni, milyen érzés diákolimpiai feladatot megoldani, a 4. feladat teljes szövegének magyar fordítása megtalálható ezen cikk után. Ennek és még egy további elméleti feladatnak is magyar a szerzője, illetve a laborgyakorlatok alapötletei is hazánkban születtek meg.

Ahogy már volt róla szó, a Diákolimpia hivatalosan kizárólag egyéni verseny. Ennek ellenére a publikált eredmények alapján majdnem mindenki számol országok közötti eredményt is. Ennek két kézenfekvő módszere is van: az éremtáblázat vagy a százalékos eredmények átlagai alapján. Rijádban a kínai, az országmegjelölés nélkül induló orosz, a tajvani, az amerikai, és a vietnámi diákok voltak a legsikeresebbek.

A következő Nemzetközi Kémiai Diákolimpiák helyszíne is ismert már: 2025-ben ismét az Arab-félszigetre utaznak a diákok, a rendezvénynek Dubai ad otthont az Egyesült Arab Emírátságokban. 2026-ban Üzbegisztán fővárosa, Taskent lesz a házigazda, míg a Jury Meeting Rijádban szavazott arról, hogy 2027-ben Tajvan kapja a rendezési jogot.

#### 4. feladat

Az elemi kálium volt az első elektrolízissel előállított fém (1807). Humphry Davy galvánelemeket és olvadt KOH-ba merülő elektródákat használt.

4.1 **Add meg** a katódon (1) és az anódon (2) lejátszódó folyamatok rendezett egyenletét!

Kevésbé ismert, hogy alig egy évvel Davy után francia kémikusok kémiai redukcióval állítottak elő káliumot. Az egyik módszerben kálium-

karbonát és finomra porított szén keverékét használták. Ezt a keveréket egy puskacsóban nagyon magas hőmérsékletre hevítették. A szén-monoxid és a káliumgőz elhagyta a puskacsó végét, ahol a fém szilárd anyaggá kondenzált.

4.2 **Írd fel** azt a rendezett reakcióegyenletet, amely csak ezt a két terméket adja!

A kálium kémiai előállítása alacsony hozamú volt. A körülményektől függően jelentős mennyiségű vöröses paszta maradt vissza a puskacsóban. Gmelin 1825-ben ebből a maradékból vízben történő átkristályosítással egy érdekes vegyületet (X) izolált. Az X melléktermék pontos szerkezetét több mint másfél évszázaddal később határozták meg.

Az X egy hidratált só (2 mol víz : 1 mol só), amely aranysárga kristályokat képez. Anionjának kivételesen szimmetrikus (hidd el, a rezgési spektrumokból kiolvasható) és stabil, síkalkatú gyűrűs szerkezete van.

Az X sóból felszabadítható kétértékű sav (Y) meglepően (legalábbis a felületes szemlélő számára) alacsony  $pK_a$  értékekkel rendelkezik: 0,8 és 2,2.

4.3 **Add meg** azt a pH-t, ahol az összes oldott Y sav 95%-a disszociálatlan formában van!

4.4 **Számítsd ki** az X só tiszta vízben oldott 0,01 mol  $\text{dm}^{-3}$  oldatának pH-ját!

Az X szerkezetének azonosításában a legfontosabb lépés a vízmentes só metil-jodiddal történő kezelése volt. A só két ekvivalens metil-jodiddal reagált. A kapott, kissé illékony vegyület moláris tömege 170,12 g/mol volt (tömegspektrométerrel mérve).

A keverékben kisebb mennyiségben számos analóg sót is azonosítottak. A megfelelő káliumsók két ekvivalens  $\text{MeI}$ -dal kezelve a következő moláris tömegű származékokat adták: 142,11 g/mol, 114,10 g/mol, 198,13 g/mol.

4.5 **Add meg** a Gmelin-sóként elhíresült X vegyület tapasztalati képletét!

4.6 **Rajzold fel** az Y szabad sav szerkezetét!

Az X-hez analóg sókban lévő anionok sorozatának rendkívüli stabilitása az elektrondelokalizációnak köszönhető.

4.7 **Rajzold le** mind a négy analóg só anionjának egy-egy jellemző rezonanciaszerkezetét!

## Varga Bence

(a budapesti ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium kémiaatanárainak egyhangú támogatásával)

### Az Irinyi-verseny laborgyakorlatáról – egy másik nézőpontból

A Középiskolai Kémiai Lapok 2024. évi 4. számában jelent meg Dr. Musza Katalin és Dr. Schusztér Gábor Rendhagyó laboratóriumi gyakorlatok az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaversenyen című gondolatébresztő írása. Bár a szerzők azt kérik, e-mail-címükre küldve fogalmazzuk meg véleményünket az olvasottakról, én mégis szeretném, ha megjelenhetne ez a másik nézőpont is nyilvánosan. Musza tanárnő – az Irinyi Versenybizottságának tagja – és Schusztér tanár úr a Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézete munkatársai, akik az Irinyi-verseny második fordulójának lebonyolítását végzik Csongrád–Csanád vármegyében. Cikkükben a legutóbbi három évben (2022, 2023, 2024) a vármegyei fordulóra készített rendhagyó laboratóriumi gyakorlatokat mutatták be, és ezek tapasztalataiból kiindulva foglalmazták meg azon álláspontjukat, hogy az Irinyi-versenyen el kellene rugaszkodni a versenykiírásban rögzített, előre jól begyakorolható laborfeladatoktól (jelenleg ez a 9. évfolyam számára sav-bázis titrálást, a 10.-eseknek reagens nélküli minőségi analízist jelent). Helyette inkább évről évre olyan megméretetés elé kellene állítani a versenyzőket, amelyre ilyen fokon biztosan nem tudnak felkészülni. Írásomban reflektálok az elképzeléseikre, megfogalmazott érveikre.

Mindenekelőtt rögzíteném, hogy a bemutatott három laborgyakorlat valóban izgalmas, ötletes, jól kidolgozott. Örvendetes, hogy a Szegedi Tudományegyetemen az egyetemi hallgatókat igen intenzíven bevonják ezen feladatok előkészítésébe, így ők is kapcsolódhatnak Magyarország egyik legfontosabb kémiaversenyéhez, amelyen középiskolásként tán maguk is részt vettek. Szeretném ugyanakkor az Irinyi OKKV-t egy szélesebb perspektívában láttatni, és felhívni a figyelmet arra, hogy hazánkban a klasszikusan legrangosabbnak tekintett országos szervezésű kémiaversenyből a korosztályoknak megfelelően három is van. A 7–8-osok számára a Hevesy György Kárpát-medencei Kémiaverseny, a 9–10.-eseknek a szóban forgó Irinyi OKKV, valamint a 11–12.-eseknek az

Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny (OKTV). A három verseny közös vonása, hogy legalább a döntő fordulóban laborgyakorlaton való helytállásra (is) kell számítani. Ennek jelen helyzetben azért van jelentősége, mert közülük az Irinyi az egyedüli, melynek a laborfeladatait előre pontosan meghatározott kiírás alapján bonyolítják le. A Hevesy-versenyen a „kicsik” szűk ismeretanyaga miatt nincs lehetőség arra, hogy előre deklarált legyen a laborforduló témája/művelete, ezért évről évre változó, de egyszerű feladatok kerülnek napirendre. Az OKTV-n pedig, mint tudjuk, a versenyzőknek már a teljes középiskolai kémiai ismeretanyaggal tisztában kell lenniük, így joggal adott a lehetőség, hogy a kétszer kétórás döntő fordulóban akár a legrendhagyóbb, legmerészebb problémák megoldása elé állítsák a résztvevőket. Egyszerűbben fogalmazva: a Hevesyn „még nem”, az OKTV-n pedig „már nem”... Biztosan jót tennénk azzal, ha az Irinyit is úgy szerveznénk, hogy annak laborgyakorlatára igazából nem lehetne ennyire egzakt módon felkészülni, mint ahogy az érvényben lévő versenykiírás szerint lehet? Sokszor hangoztatjuk a versenyek szervezésével összefüggésben, hogy fontos: legyen a gyerekeknek sikerélményük. Nem elhanyagolható azok száma, akik az említett korosztályos versenyek mindegyikén, de legalább kettőn részt vesznek életükben. Az OKTV-döntő laborfeladatai egészen hasonló problémamegoldó képességet várnak el a versenyzőktől, mint amit a szerzők most javasolnak. Ha ugyanezt tesszük az Irinyivel, megvan az esélye, hogy elveszük azoktól a sikerélményt, akik az ilyen értelemben vett kreativitásban kicsit gyengébbek, cserébe viszont rendkívül szorgalmasak, és vállalják azt, hogy a titrálás, illetve az „ionvadászat” világában tudatos módon magasra törnek. Miért ne őrizzük meg a magyarországi kémiaversenyek sokszínűségét, miért rendezzük mindháromat egyforma laboros kritériumok mentén? Miért ne adjuk meg a bizonyítási lehetőséget azoknak, akik a laborfeladattal kapcsolatban is tanulni vágyanak?

A „tanulni vágyás”, tanulás fontos szempont. Mivel a titrálásra és az ionvadászatra „lehet” tanulni, pontosabban érdemes gyakorolni, a versenyzők valóban tanulni és gyakorolni fognak – legalábbis egy jelentős részük biztosan –, ezáltal tudásra tesznek szert. Mihelyst olyan jellegű feladatkitűzéssel találkoznak a diákok, amire nem lehet felkészülni, nem fognak rá tanulni, nem fognak gyakorolni. Miért is gyakorolnának, ha nincs közvetlen haszna? Ezért talán nem túlzó azt állítani, hogy a meghatározóan a kreativitásra épülő feladatkitűzés tudástól foszthatja meg

azokat a diákokat, akik „alapozó” szakaszban vannak (ellentétben az OKTV-ző évfolyamokkal, hiszen nekik már nem kell alapozniuk). Joggal vetődik fel a kérdés – a cikk szerzői is feszegetik a témát –, hogy a résztvevők, vagyis a versenyző fiatalok számára mi az izgalmasabb, érdekesebb, életre szólóbb. Nekem az a tapasztalatom saját tanítványaim kapcsán, hogy élvezik, szeretik a felkészülést, magát a titrálást és az ionvadászatot is. Nem eltagadva ugyanakkor, hogy biztosan vannak, akik szívesebben vennék a szerzők által javasolt újszerű feladatokat. De, valljuk be, ez mindig is így lesz, hiszen „ízlések és pofonok”.

A cikk szerzői hangsúlyozzák, maguk is fontosnak tartják a titrálás és az „ionvadászat” ismeretét. Ezzel kapcsolatban muszáj hozzátennem az előbbiekhöz, hogy azok a fiatalok, akik ezeken a versenyeken részt vesznek, igen gyakran a továbbtanulásuk tárgyává is teszik a kémiát. Azt hiszem, nem csak az én megfigyelésem, hogy ők valójában éppen az Irinyi-versenyre való gyakorlás alkalmával tanulják meg pl. a titrálás menetét, amit aztán kamatoztatni tudnak az érettségire való felkészülésben, majd a felsőoktatásban. A titrálásnak a teljes mértékben való megőrzése (egyfajta kötelezősége) az Irinyin éppen azért is rendkívül fontos, hogy legalább ezek a kémia iránt érdeklődő tehetségek alaposan megtanulhassák, mi fán terem, és ne az érettségire való rohamtempójú felkészülésbe szorítsuk be az amúgy is sietős fakultációs órák keretében életük egyetlen sav-bázis titrálását.

Musza tanárnő és Schuszter tanár úr írásukban többször érvelnek az újítás mellett azzal, hogy az előre deklarált titrálás és „ionvadászat” könnyen begyakorolható, így aránytalan előnyre tesznek szert azok az iskolák, amelyek jól felszereltek. Jómagam, azt hiszem, éppen egy ilyen gimnáziumban tanítok. Bár a laborunk nem túl modern a külsőségekben, vegyszereink és eszközeink valóban kényelmes helyzetet teremtenek számunkra. Úgy vélem viszont, hogy ez pont inkább akkor válna túlzott előnyünkre, ha nem lenne ismert, mire kellene készülnünk. A Hevesyn és az OKTV-n – mint említettem – ilyen a helyzet. Ennek ellenére mi ezekre is készítjük tanítványainkat, olyan laborfeladatok elvégzésével, melyek során a legkülönbélebb anyagokkal, eszközökkel, laboratóriumi műveletekkel találkozhatnak. Amikor a döntőben egy ismeretlen feladat elé állnak a diákok, kinek lesz helyzeti előnye: annak, aki egyáltalán nem készült rá korábban, vagy annak, aki már sok és sokféle tapasztalattal rendelkezik? Véleményem szerint az Irinyi-verseny kiírásában szereplő



sav-bázis titrálás, illetve a megadott ionokra vonatkozó analízis éppen a legegyszerűbb a kivitelezés terén minden iskola számára. És sokkal inkább ezáltal teremődik meg egy kiegyenlítettebb viszony a rajtkőnél. Inkább arra kellene törekednünk – nekünk, kémiantároknak, illetve az Irinyi-verseny lebonyolítóinak –, hogy minden adott legyen az egyes iskolákban ezekhez a gyakorlatokhoz.

Írásom korábbi részében érveltem már a sikerélmény-faktorral. Mint-hogy a cikk szerzői adatokkal is alátámasztották feladataik megoldhatósági eredményességét, mindenképp szükségét érzem, hogy az Irinyi-verseny jelenlegi laborfeladatainak teljesítettségét is megnézzük. Emlékeztetőül: a szerzők által publikált feladatok közül a 2022-es esetén a 9.-esek 37,5%-a, a 10.-esek 75%-a ért el legalább 50%-os teljesítményt. 2023-ban ezek a mutatók rendre 31% és 57%, 2024-ben pedig 53% és 73%. Az Irinyi-verseny esetén a három évre vonatkozóan, a döntőben a következő arányokkal oldották meg legalább 50%-os teljesítménnyel a gyakorlati feladatot a versenyzők: 2022-ben a 9.-esek 86%-a, a 10.-esek 92%-a; 2023-ban a 9.-esek 88%-a, a 10.-esek 92,5%-a; 2024-ben a 9.-esek 75%-a, a 10.-esek 84%-a. (A KÖKÉL vonatkozó számaiban – 2022/3., 2023/3., 2024/3. – megjelent eredménytáblázatok alapján.) Az összehasonlítást abszolút módon semmiképp nem értelmezhetjük, hiszen egy vármegyei forduló adatait vetjük össze egy országos döntővel. De két következtetés biztosan leszűrhető. Egyrészt: a diákok a rendhagyó feladatokat jóval kisebb hatásfokkal oldják meg, mint azokat, amelyekre fel tudnak készülni. Másrészt: ezekből az adatokból kitűnik, hogy a mezőnynek nincs népes leszakadó része, a gyakorlatokat legalább 50%-os teljesítménnyel a döntő többség megoldja. Véleményem szerint az Irinyi-verseny laborgyakorlata hozza a legtöbb sikerélményt a diákok számára. Az izzasztó, a két és fél órás időtartam alatt mindig igen munkásra nyúló feladatsor mellett ez a rész sokkal inkább jelent felüdülést a mezőny jelentős részének.

Az is előnye a titrálásos feladatnak és a 10.-esek számára a Versenybizottság által nemrég bevezetett és a korábbi évek feladatsoraiból és megoldókulcsaiból tanulmányozható ionvadászatnak, hogy teljesen egzakt módon értékelhetőek. Mindenki számára ismert, hogy miért jár pont és miért jár pontlevonás. A diákoknak is átlátható a rendszer, ami talán még rokonszenvesebbé is teszi a feladatokat.

Összefoglalva, értem a szerzők igényét a problémaközpontú újjászervezés iránt, azonban írásomban, úgy vélem, jó néhány érvet közöltem amellet, hogy az Irinyi-versenynek miért kellene megőriznie azt a gyakorlatát, hogy a versenykiírás egyértelműsíti a laborgyakorlatok határát. Ez nem zárja ki azt, hogy mondjuk az országos döntőn a sav-bázis titrálást, illetve az „ionvadászatot” lehet izgalmasabbá, nehezebbé, furmányosabbá tenni – rendhagyóbbá, ha úgy tetszik. Mielőtt az Irinyi OKKV Verseny- és Szervezőbizottsága úgy döntene, hogy a Musza tanárnő és Schuszter tanár úr által javasolt forgatókönyvre tér át, kérem, fontolja meg az itt leírtakat is.

## A szám szerzői

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

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

**Dénesné Dr. Rácz Krisztina** nyugalmazott egyetemi oktató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dobóné Dr. Tarai Éva** középiskolai tanár, Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest

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

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

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

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

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

**Varga Bence** középiskolai tanár, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest

**Viczkó Csaba** tanuló, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest

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

## TARTALOM

<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ?</b> – Szakács Zoltán.....	377
<b>MESTERSÉGE KÉMIA TANÁR</b> – Sarka Lajos.....	381
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	386
<b>KERESD BENNE A KÉMIÁT!</b> .....	394
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	398
Barabás Gergő: Kémia angolul .....	398
<b>MŰHELY</b> .....	414
Dobóné Tarai Éva: Természettudomány – Képzőművészet – Oktatás A gubacsdarázstól David Hockney-ig .....	414
<b>NAPRAKÉSZ</b> .....	424
37. OTDK Kémiai és Vegyipari szekciója.....	424
<b>VERSENYHÍRADÓ</b> .....	426
Lente Gábor: Az 56. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia.....	426
Varga Bence: Az Irinyi-verseny laborgyakorlatáról – egy másik nézőpontból .....	436