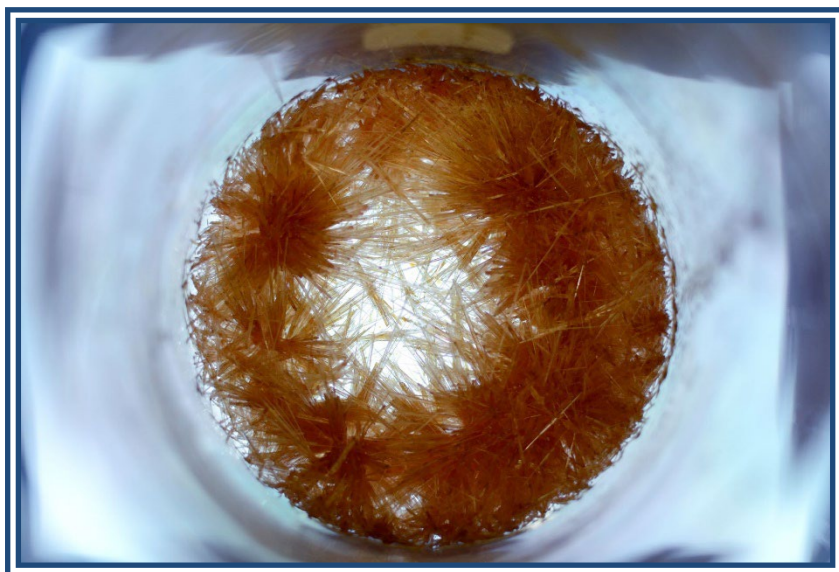
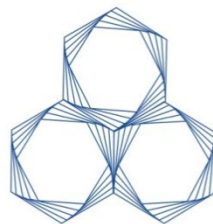


# Középiskolai Kémiai Lapok



**XLIX.**

**2022/5.**



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



Nemzeti  
Tehetség Program

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

<b>2022. november</b>	<b>XLIX. évfolyam</b>	<b>5. szám</b>
-----------------------	-----------------------	----------------

**Alapító:** **Dr. Várnai György**

**Főszerkesztő:** **Zagyi Péter**

**A szerkesztőbizottság:**

**Elnöke:** **Dr. Magyarfalvi Gábor**

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

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

**Kiadja:** Magyar Kémikusok Egyesülete

**Felelős kiadó:** Androsits Beáta

**Terjeszti:** Magyar Kémikusok Egyesülete

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

**Készült:** Europrinting Kft.

**Megjelenik** évente ötször.

**Előfizetési díj** a 2022. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

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

**ISSN 0139-3715 (nyomtatott)**

**ISSN 2498-5198 (online)**

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

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

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

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

## Mi lett belőled ifjú vegyész?

### Prof. Dr. Kálai Tamás, intézetigazgató egyetemi tanár, Pécsi Tudományegyetem

*Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?*

A legjobb eredményt 1984-ben Irinyi versenyen értem el, amikor bejutottam az országos döntőbe, de ott már nem jutottam be az első tízbe. OKTV-n nem értem el érdemleges helyezést.

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

Felkészítő tanárom az Irinyi versenyre Tűriné Juhász Ilona tanárnő volt a ceglédi Kossuth Lajos Gimnáziumban. Ő igazi tanáregyéniség, nagyon sok emberrel szeretettette meg a kémiát és sokan kerültünk ki a kezei alól, akik a kémiai tudományt választották hivatásul. Számos kémia tanár, vegyész, vegyészmérnök lett a tanítványai között.



*Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?*

A kémiát már általános iskolában kedveltem, még szakkörbe is jártam, akkori tanáromnak néhai Pálincás Istvánné tanárnőnek köszönhetően. Majd középiskolában az előbb említett Tűriné Juhász Ilona tanárnő és Horváthné Toró Csilla tanárnő foglalkozott velünk és sok érdekeset mondtak a tudományegyetemi vegyészképzésről. Eredetileg fizikus szerettem volna lenni, de rájöttem, hogy matematikából ahhoz nem vagyok elég jó. Így maradtam a kémiánál és tanárain is biztattak, hogy noha nem voltam sikeres a versenyeken, tudok annyira feladatot megoldani, hogy a felvételi nem fog különösebb gondot jelenteni. Igazuk lett, 1986-ban sikeresen felvételiztem a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem vegyész szakára.

*Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?*

Igen, ismertem. A középiskola mind a négy éve alatt rendszeres feladatmegoldó voltam. Az 1985/86-os tanévben a haladó feladatmegoldók pontversenyében talán a 2. vagy 3. helyezett lettem. Akkoriban ezzel az eredménnyel 1 éves ingyenes előfizetést lehetett nyerni, amit azonban már nem élvezhettem, mert 1986/87-ben előfelvételiként sorkatonai szolgálatomat töltöttem.

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

Igen, egyrészt jól felkészítettek arra, hogy a lehető legjobb eredményt produkáljam a felvételin, másrészt betekintést adtak szervesetlen kémia, szerves kémia és a fizikai kémia mélyebb ismeretanyagába. Talán ezek a versenyek segítettek eldönteni, hogy akarok-e ezzel a tudományterülettel mélyebben foglalkozni.

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

A végzettségem okl. vegyész, angol-magyar szakfordító. A végzés után a Pécsi Orvostudományi Egyetemre (2000 óta Pécsi Tudományegyetem) kerültem a néhai Hideg Kálmán által vezetett kutatócsoportba. Azóta kandidátusi (PhD) fokozatot szereztem, habilitáltam és megszereztem az MTA doktora címet is, és ezzel párhuzamosan az egyetemi ranglétrán is előreléptem. 2009 óta a PTE ÁOK, majd a kar megalakulása után a PTE GYTK Szerves és Gyógyszerkémiai Intézet tanszékvezető egyetemi tanára vagyok.

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

Más versenyt nem nyertem. 2000-ben elnyertem az állami Eötvös-ösztöndíjat, így 1 évig az Amerikai Egyesült Államokban a Marylandi Egyetem Kémia és Biokémia Tanszékén dolgoztam posztdoktori kutatóként. Hazatérvén 2001-2004 között Bolyai-ösztöndíjas voltam.

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

A volt témavezetőim néhai Berényi Sándor tanár úr (KLTE majd DE) és Hideg Kálmán professzor úr (POTE majd PTE). Ők emberileg és szakmailag nagyon inspirálólág hatottak rám. A jelenleg élő kémikusok

közül Mátyus Péter professzort (SOTE) tekintem példaképnek. Őt egy széles látókörű, tapasztalt, kiváló szakembernek tartom.

*Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?*

Talán ez a legnehezebb kérdés, hiszen ahány ember, annyi életút, annyi emberi és szakmai kihívás. Ha a kémiát választják hivatásul, sokat kell olvasni a szakirodalmat, törekedjenek külföldi tapasztalatok szerzésére tanulmányaik alatt/után, legyenek reális céljaik és igyekezzenek helyt állni, ahová az élet vezeti őket. Tudatosan építsék a pályájukat, a nyelveken és az informatikai ismereteken túl ebbe beletartozik a családi és baráti háttér építése is.

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

Hobbim a televíziónézés, ott is elsősorban az ismeretterjesztő csatornák. Szeretek olvasni és főzni. Néha eljutok moziba és színházba is. Sok kedvenc anyagom van, de ez mindig változik. Főleg az újonnan előállított nitroxid vegyületek, amelyeket hazai és külföldi együttműködő partnereink sikeresen alkalmaznak egy-egy probléma megoldására. Mostanság a kedvenc vegyületem egy, az azóta sikeresen végzett PhD hallgatómmal (Mostafa Isbera) szintetizált difenil-foszfinnal szubsztituált pirrolin nitroxid típusú vegyület, amely szerintem számos lehetőséget rejt magában. De számos új vegyület „befutásában” reménykedem a biológiai, gyógyszerészeti és az anyagtudományi alkalmazások tekintetében.

## Mestersége kémiatanár – Palya Tamás

### *Bemutakozás*

Hatvanban és hetvenben születtem, így most 52 éves vagyok. Hatvanban csak megszülettem, mert ott volt kórház, de a szüleimmel és öcsémmel Boldogon éltünk, boldogan. Ez akkor egy 3600 fős település volt, Budapesttől 70 kilométerre (ez utóbbi adat még mindig helyes, az első már nem). Az általános iskolában csak hetedikben volt szakos kémiatanár, nyolcadikra elment, és egy nem szakos tanár tanított. (Már akkor elkezdődött...) Ennek ellenére igyekezett tisztességesen tanítani, így visszagondolva azért nem is volt olyan rossz. A hatvani Bajza József



Gimnáziumba kerültem, de már évekkorábban eldöntöttem, hogy matektanár leszek, a kémia nem izgatott különösen. Gimis koromban kellett kiválasztanom, hogy mi legyen a másik szakom, hiszen akkor még nem volt egyszakos tanárképzés, és nem is lehetett akármilyen tárgyat választani a matek mellé. Jól hangzana, ha azt írnám, hogy sorra nyertem a középiskolai kémiaversenyeket, de még csak nem is indultam egyikén sem. Az az igazság, hogy azért választottam a kémiát, mert egyszer fél-évkor fizikából négyes lettem, kémiából meg ötös. Aztán a kémia fakton elég durván belecsaptunk a lecsóba, hiszen Kocsisné Zalán Judit tanárnő nagyon keményen tolt a kémiát. Ennek eredményeként rögtön az első félévben csak hármast kaptam, de aztán behúztam, és érettségire már ötös lettem. Arra voltam nagyon büszke, hogy a központi írásbelin (akkor még így hívták, de nagyjából a mostani emelt szintű érettséginek felel meg) a számítási feladatokban pontot sem veszítettem. (Az egyik feladatra még ma is emlékszem, nagyon szeretem most is feladni a tanítványaimnak, attól szép, hogy egy darab szám sincs benne megadva.)

A Kossuth Lajos Tudományegyetemre jártam, azt ma már Debreceni Egyetemnek hívják (valószínűleg azért, mert Debrecenben van). Itt ismertem meg a feleségemet (szintén matek-kémia szakos tanár) és innen kerültem már ötödévesen (1993-ban) teljes állásban a püspökladányi Karacs Ferenc Gimnáziumba. Végül két év múlva oda is költöztünk, már-már a városba, nem az iskolába.

Két gyerekem van, mindkettőjüknek én voltam a kémiatanára, hiszen egy kisvárosban nem sok lehetőség van. (Anyád vagy apád tanítsa inkább a kémiát?) A lányom, Dóri (28 éves), nagyon szerette a kémiát, amilyen verseny volt, ott ő elindult. Hevesy országos 6. hely, majd kétszer nyert Irinyi országos döntőn, egyik alkalommal Irinyi-díjat is kapott, 6 éven keresztül mindig bejutott a Curie Kémiaverseny országos döntőjébe, ahol kétszer nyert is, díjazott volt a KÖKÉL feladatmegoldó versenyén, a Vegyészturnán, a Szent-Györgyi Albert Szakkollégium versenyén és kétszer volt OKTV döntős, 12.-ben 4. helyen végzett. Vegyész lett, a Richternél dolgozik, de most éppen gyereket nevel. A fiam, Máté (24 éves), nem különösebben érdeklődött a kémia iránt, ő mérnökinformatikusként végzett a BME-n, jelenleg szoftverfejlesztőként dolgozik. Szerencsére mindketten Magyarországon élnek, nem tanári fizetésből...

Különösebb elismerést, díjat nem kaptam, én már csak egy díjra vágyom: a nyugdíjra.

Aztán egy hirtelen fordulattal 2017-ben a Budapest VI. Kerületi Kölcsey Ferenc Gimnáziumba kerültem, ahol szintén nem a kémia a főprofil, de itt is utamba akadt egy diák, akivel érdemes volt foglalkozni: Csaba Dávid a vele való foglalkozást Irinyi országos döntővel, KÖKÉL pontverseny győzelemmel, OKTV döntővel hálálta meg.

Nagyon büszke vagyok arra, hogy olyan diákok is szerették a kémiaóráimat, akik nem igazán ebbe az irányba akartak továbbtanulni. És persze a rengeteg diákra, akik az én hatásomra kedvelték meg a kémiát és tetek emelt szintű érettségit. Aztán az egyre romló közoktatás helyzete miatt többször részt vettem polgári engedetlenségben, melyek következményeként, ez év szeptember 30-án – miközben kezdtem volna egy kémiaórát – kirúgott a tankerület fura ura (úrnője).

Ezután azt gondoltam, hogy elég volt a magyar közoktatásból és félállásban elkezdtem dolgozni egy gamifikációval foglalkozó weboldalnál, me-

lyet tanárként én is használtam. Aztán rájöttem, hogy nem tudok úgy létezni, hogy ne lehessenek gyerekek közelében, így egy félállást elvállaltam a Scheiber Sándor Gimnázium és Általános Iskolában, ahol heti 11 órában tanítok kémiát.

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

Be kell vallanom, hogy nagyon lusta voltam. Pontosán annyit akartam csak teljesíteni, amivel elérem gyerekkori álmomat: tanár lehetek. Bár akkor még nagyobb presztízse volt a tanári pályának, azért nem kellett beleszakadnom a tanulásba. Ráadásul gimis koromban egy rockzenekar basszusgitárosa voltam, és az nekem fontosabb volt, mint a kémia.

Egyszer földrajzórán sarokba állítottak 3 másik renitens diákkal együtt. Azt is bevallom, hogy sokszor inkább malmoztunk a padtársammal órán, minthogy figyeltünk volna.

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

Hogy majd mindenki rajongani fog érte és pillanatok alatt megszerettem mindenkivel ezt a csodálatos tárgyat. És persze majd mindenki nagyon jó lesz kémiából. Mondjuk úgy, hogy részben megvalósultak ezek, hogy mekkora részben azt inkább fedje homály.

*Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?*

Nem szeretem az olyan órákat, ahol a diákok gyomorgörccsel ülnek és rosszul vannak, ha megtudják, hogy kémiaóra lesz. Fontos a jó hangulat, ne vessünk sokat, de közben tanuljunk is. Mivel soha nem tanítottam olyan iskolában, ahol a kémia mindenekfelett van, mindenhol el kellett érnem, hogy a diákok megszeressék az órát és belássák, hogy a kémia mindenki számára az egyik legfontosabb tantárgy. És természetesen legyen az óra interaktív, ne tartson a tanár előadást. Meg persze a lehetőségekhez mérten legyen sok kísérlet.

*Ön szerint milyen a „jó” gyerek?*

Aki nyitott a világra és bátran mer kérdezni és el meri mondani a véleményét, kiáll az igazáért.



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

Az egész szerves kémiát nagyon szeretem, ha választanom kellene, akkor a nukleinsavakat választanám, hiszen az az élet alapja. Kedvenc kísérletem a „szellem a palackból”, azaz amikor a hidrogén-peroxidhoz kálium-permanganátot adunk, egy PET-palackban. A volt iskolámban volt tűzriasztó rendszer, ami ennek hatására be is kapcsolt. Nagy sikere volt a diákok körében.

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

Bármilyen furcsa is, én talán a legjobban az első kémiaórát szeretem, amikor a gyerekekkel arról beszélgetünk, hogy miért kell kémiát tanulni. 45 perc alatt meggyőzőm őket, hogy a kémia a legfontosabb tantárgy. Na jó, nem mindenkit...

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

Soha nem fogom elfelejteni, hogy 29 év és 1 hónap után, pár perccel a kémiaóra megkezdése előtt kirúgtak. Ami a legmegdöbbentőbb volt, hogy a folyosón zokogtak emiatt olyan tanítványaim, akiknek semmiféle tervük nem volt a kémiával, de szerették az óráimat.

Na, de azért legyünk pozitívak: amikor Miskolcon elhangzott, hogy az Irinyi I.A kategória győztese a lányom, az feledhetetlen pillanat volt.

*Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

Borzasztó. Mióta elkezdtem tanítani, 40%-kal csökkent a kémia óraszám a 7-11. évfolyamon. Azt is el tudom fogadni, hogy az átlagos diáknak nincs szüksége a nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek megtanulására, de akkor 11-12. évfolyamon legyen legalább 6 kémiaóra hetente azoknak, akik emelt szintű érettségire készülnek.

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

Nagyon sokat olvasok, szeretek társasjátékozni, imádom a kvízeket, több tévés vetélkedőben is szerepeltem már. Nagyon szeretem a túrá-

zást, a feleségemmel elkezdtek az Országos Kéktúra bejárását, túl vagyunk az egyharmadán. Kerékpározni is szeretek, az utóbbi években kerékpáros kísérője voltam a Kőlcsey Ultrabalaton futócsapatának.

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

Ami elsőre eszembe jut az, hogy válasszanak másik pályát. Persze aztán hozzáteszem, hogy én soha nem bántam meg, hogy tanár lettem, mert annyi jó élményem volt már ezen a pályán. Reméljük, hogy hamarosan lesz valami elmozdulás a jobb magyar közoktatás felé, és vonzóbb lesz a pálya.

*Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?*

Jelenleg úgy látom, hogy a mostani állapot éppen megfelel nekem: félállásban tanítok, félállásban a motimore.com-nál dolgozom. Ez utóbbi is szorosan kapcsolódik az oktatáshoz.

Befejezni a Kéktúrát és folytatni más túrákkal. Nézni, ahogy az unokám növekszik és majd, ha már nagyobb lesz, akkor vele játszani, túrázni.

És 13 év múlva szeretnék nyugdíjba menni, hacsak addig fel nem emelik a korhatárt.

## GONDOLKODÓ



### Feladatok

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

A megoldásokat 2023. január 9-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

#### **KÖKÉL Gondolkodó**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

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

**K436.** Egy d-mezőbeli fém és egy nemfémes elem által alkotott, atomrácsban kristályosodó vegyület (**A**) a két elem direktszintézisével előállítható. Három eltérő beméréssel elvégezve a szintézist a táblázatban megadott mennyiségű terméket lehetne kapni. Tudjuk továbbá, hogy a vegyületben másfélszer annyi fématom található, mint nemfématom.

$m(\text{fém}) / \text{g}$	$m(\text{nemfém}) / \text{g}$	$m(\text{képződő vegyület}) / \text{g}$
400,0	100,0	416,7
250,0	100,0	328,9
100,0	100,0	131,6

A két elemnek létezik egy másik vegyülete (**B**) is. Egy ebből készült, 12,34 g tömegű mintában  $5,837 \cdot 10^{22}$  db fématom és  $1,163 \cdot 10^{23}$  db nemfématom található.

*Számítással határozd meg a vegyületek képletét! Nézz utána, hogy az **A** vegyület milyen teljesen hétköznapi felhasználással bír, és hogy ez milyen kémiai reakción alapul! Írd fel a reakció rendezett egyenletét!*

(Varga Bence)

**K437.** Violetta előző Valentin-napra egy állítólag arany–ezüst ötvözetből készült ékszert kapott. Emlékként már nem érdekli, de a kémiai összetétele igencsak. A vizsgálathoz először egy savba (**X**) tette, és a reakció teljes lejátszódása után a kapott oldatot leszűrte.

a) *Melyik sav lehet **X**? Melyik fém reagál vele? Írj reakcióegyenletet is, ha tudjuk, hogy az oldódás során közvetlenül egy vörösbarna gáz fejlődött!*

Ezután a szűrletbe konyhasót szórt, és fehér csapadék keletkezett.

b) *Mi lehet ennek az oka? Írd fel a fehér csapadék képződésének egyenletét!*

Ezután az ékszer maradékát forró szelénsavban ( $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ) oldotta fel, így egy pirosas-sárga oldatot kapott.

c) *Írd fel az oldódás egyenletét, ha a reakció során csak víz, szelénessav (ami a kénessav analógja), és a feloldódott fém +3 töltésű ionját tartalmazó szelenátsó keletkezik!*

(Nemeskéri Dániel)

**K438.** Vendel elégedetten emlékezik vissza a Halloweenre, amit kémiai kísérletekkel színesített.

A sötét teremben kimondottam szép látványt nyújtottak a zöld lángok, amelyeket a következőképpen készített elő. Egy folyékony vegyületből

(sűrűsége  $0,792 \text{ g/cm}^3$ ) kimért  $4,00 \text{ cm}^3$ -t, ehhez  $1,00 \text{ g}$  bórsavat adott, és  $1$  csepp tömény kénsavat. Az oldatot lassan melegítette, forralta, majd a keletkező gőzöket a lombikok szájánál meggyújtotta (a termék gyulladási hőmérséklete valahol  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  és  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  között van). A zöld láng ott táncolt a lombik szájánál, de csak amíg melegítette a lombikot. Ha a melegítést abbahagyta, a zöld láng alább vonult, és a folyadék égett.

(A kísérletet kizárólag laboratóriumban szabad elvégezni, kis mennyiséggel, gondosan, mert az égő folyadék kiemelten balesetveszélyes! Vendel szerencsére az iskolai laborban szervezte a partit.)

A reakció gyúlékony termékéről azt tudjuk, hogy  $10,40 \text{ m/m}\%$  bórt,  $34,68 \text{ m/m}\%$  szenet,  $46,19 \text{ m/m}\%$  oxigént tartalmaz, ezenkívül pedig hidrogént. A reakcióban vízkilépés történik, a termék égetése során pedig a bórból bór-trioxid keletkezik.

- a) *Add meg a termék képletét, és annak a folyadéknak a képletét, amely oldószer és reakciópartner is volt a kísérletben!*
- b) *Írd fel az égés egyenletét!*

(Borbás Réka)

**K439.** Vendel szerint nagyon viccesre sikerült az „önfaragó töklámpás” is. Előre kivájta a tök belsejét, kivágta a szemét-orrát-száját, majd a kivágott darabokat ügyesen visszailllesztette, mintha nem is lenne még kifaragva. A tök hátulján bevezetett egy vezeték, és beépített egy szikra előállítására alkalmas kis berendezést. A tök belsejébe egy műanyag tálkába  $50,0 \text{ cm}^3$  vizet helyezett, majd a partin ebbe beledobott kalciumkarbidot, és némi idő elteltével szikrával begyújtotta a fejlődő gázt. A berobbanás folytán az előre kivágott darabok kirepültek a tökből, és kísérletes lánggal égett a szikra hatására időnként belobbanó láng.

- a) *Írd fel a tök belsejében lejátszódó reakciók egyenletét!*

A tök belső terének térfogata kb.  $1,5 \text{ dm}^3$ , és az égés során keletkező gáz hőmérséklete kb.  $400 \text{ }^\circ\text{C}$  lehet Vendel becslése szerint. Ugyan felelőtlenül robbantgatott, de annyira mégsem volt felelőtlen, hogy ne számolja ki előre, hogy mennyi karbiddal nem fog biztosan nagy kárt okozni. A reakcióval maximálisan előállítható gázmennyiség teljes elégeése és a

helyükre beragadó kivágások esetén is legfeljebb ötszörös túlnyomást megengedve számolt.

b) *Mennyi karbidot mert bemérni Vendel?*

(Borbás Réka)

**K440.** Vendel a partin a sejtelmes hangulatot ködgéppel fokozta. Beszerzett egy olyan készüléket, amely néhány  $\mu\text{m}$  átmérőjű cseppecskékké porlasztja a beletöltött folyadékot. A készülékhez ajánlottak egy olyan folyadék halmazállapotú keveréket, amiről Vendel kiszámolta, hogy 46,8 tömegszázaléka oxigén. A keverék összetevői a propán-1,2-diol (sűrűsége  $1,036 \text{ g/cm}^3$ ) és víz. Ennek segítségével sűrű és belégzés-kor is ártalmatlan ködöt lehet készíteni, de ha a víztartalma nagyobb, akkor hamarabb eloszlik a köd.

a) *Mi a keverék tömegszázalékos összetétele?*

Ha  $2 \mu\text{m}$  átmérőjű cseppecskékké porlasztja a köd gép a folyadékot, akkor  $468 \text{ mm/h}$  sebességgel ülepsznek ki a cseppek, ami elég lassúnak tűnt ahhoz, hogy Vendel a köd gépet  $2,00 \text{ cm}^3/\text{perc}$  folyadékfelhasználásra állítsa be. Ezen beállítás mellett a köd gépen percenként  $24 \text{ m}^3$  levegő halad át.

b) *Mekkora lesz a fajlagos felülete (az egy tömegegységre jutó összfelülete) a ködcseppeknek?*

c) *Mekkora lesz a sűrűsége az így „ködösített” levegőnek  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on? A folyadékkeverék sűrűségét vehetjük  $1,0 \text{ g/cm}^3$ -nek.*

(Borbás Réka)

**K441\*.** A Halloween-parti egyik fénypontja a gömblombikban zajló óra-reakció volt. Ehhez Vendel a következő oldatokat készítette el:

A oldat:  $4,00 \text{ g}$  keményítőt elkevert egy kevés vízzel, majd hozzáadta a pasztát  $500 \text{ cm}^3$  forrásban lévő vízhez. Miután szobahőmérsékletre lehűlt az oldat,  $13,7 \text{ g}$  nátrium-metabiszulfidot ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) oldott fel benne, és kiegészítette  $1,00 \text{ dm}^3$ -re az oldatot.

B oldat:  $3,00 \text{ g}$  higany(II)-kloridból  $1,00 \text{ dm}^3$  oldatot készített.

C oldat:  $15,0 \text{ g}$  kálium-jodátból  $1,00 \text{ dm}^3$  oldatot készített.

Ezek után először összeöntötte az A oldat és B oldat 50,0-50,0 cm<sup>3</sup>-ét, majd ehhez adott hozzá a C oldatból 50,0 cm<sup>3</sup>-t.

A fenti vegyületek az alábbi reakciókban vehetnek részt:

1. A nátrium-metabiszulfít vízzel való reakcióban nátrium-hidrogén-szulfittá alakul.
2. A jodátionok a hidrogén-szulfít-ionokkal jodidionná és szulfátionná alakulnak.
3. A higany(II)-ionok a jodidionokkal narancssárga csapadékot adnak.
4. A keményítő a jóddal kék, töményen akár feketének látszó színű komplexet képez.
5. A jodidionok a jodátionokkal savas közegben elemi jóddá alakulnak.
6. A jód a hidrogén-szulfít-ionokkal jodidiont és szulfátiont ad.

Az első két oldat összeöntésekor nem tapasztalható semmi, a C oldat hozzáadása után is eltelik egy idő, majd a színtelen oldat gyorsan narancsszínre, majd sötétre vált. Vendel az ötletet egy internetes videón látta, a kulcsszó „Old Nassau reaction” volt.

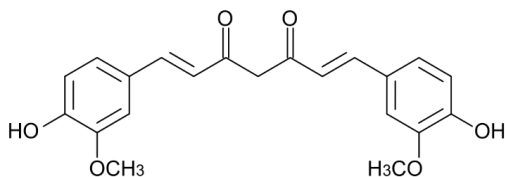
- a) *Írd fel a lejátszódó reakciók rendezett egyenleteit!*
- b) *Mi lehet az oka, hogy a narancssárga csapadék nem jelenik meg a C oldat hozzákeverése után röviddel?*
- c) *Miért látjuk egy ideig a narancssárga csapadékot, mielőtt megjelenne a fekete szín?*
- d) *Miben lett volna más a tapasztalat, ha a B oldat arányát csökkentették volna?*
- e) *Milyen módosításokkal lehetne elérni, hogy a sötét szín ne jelenjen meg a folyamat végén?*

(Borbás Réka)

**K442\***. Kissé ijesztőre sikerült ugyan, de a vérnyomos papír is nagy sikert aratott a partin. Nem is volt bonyolult az előkészítése, csak egy púpozott kanál kurkumát kellett feloldani forrásban lévő vízben, majd ebbe kellett beáztatni a papírt. Jó választás volt a durvább rajzlap, így erősebb volt a papír színe, mint a fénymásolólapon. Szárítás után szép sárga lett a lap, mint a kanadai aranyvessző virága. A sárga színt a kurkumin nevű vegyület okozza, melyről megfelelő reagenssel hidrogénion le

tud szakadni, és akkor megváltozik a vegyület színe pirosra – azaz vér-vörösre, amelyet Vendel ki is használt a partin. Kezére egy bizonyos vegyszer oldatát tette (természetesen gumikesztyűt használt), és ezzel hagyott „vérnyomokat” a lapon. Egy idő után levegőn állva megfakult a piros szín, amitől még rémisztőbb lett a Vendel által készített kép.

A sárga-vörös színváltozást – mint szinte minden indikátor esetén – sav-bázis reakció eredményezi. Csakhogy a kurkumin esetén kicsit bonyolultabb a helyzet. A kurkumin alábbi szerkezetű molekulája ugyanis vizes oldatban egyensúlyban van egy olyan izomerjével (ún. tautomerjével), amelyben a két oxocsoport egyike hidroxilcsoporttá alakult, és megjelent egy újabb szén-szén kettős kötés. Ez a hidroxilcsoport az, amelyik a pH növelésekor deprotonálódik, és az anion felelős a vörös színért.



- A kurkumin vízben rosszul oldódik, de lúgos közegben vagy felületaktív anyag hatására jobban. Mivel magyarázható ez?*
- Vendel milyen, háztartásban is megtalálható anyagot választott, hogy a pirosra színezzé a sárga papírt? Milyen vegyszer hatására válhat pirossá, majd miért fakulhat meg a piros szín levegőn?*
- Rajzold fel a kurkuminból származó piros színért felelős aniont!*
- Javasolj olyan sárga színű anyaggal bevont papírt, amely egy másik vegyület hatására vérvörösé válik!*

(Borbás Réka)

**K443\*.** A sütőtök aromájáért és illatáért felelős egyik vegyület egy nyílt, elágazásmentes szénláncú oxigéntartalmú anyag, amely brómmal 1:2 arányban lép reakcióba közönséges körülmények között. A vegyület 2,00 grammját elégetjük 2,00 mólnyi levegőben (21% oxigén), majd az égésterméket tömény kénsavas gázmosón átvezetjük. Ekkor a gázmosóban lévő folyadék tömege 1,837 grammal nő, a maradék gázt KOH-oldatot tartalmazó gázmosón átbuborékolatva az oldat tömegnövekedése 5,388 g.



A vegyület molekulájáról tudjuk, hogy konjugált kettős kötéseket tartalmaz, két téniszomerje van, a brómaddíció során 4 izomer termék képződhet. Ha HCl-dal visszük addíciós reakcióba, akkor két konstitúciós izomer képződik, és mindkettőnek két téniszomerje van. A süttők aromaanyaga az ammóniás ezüst-nitrát-oldatból ezüstkiválást okoz.

- a) *Mi a vegyület összegképlete?*
- b) *Hány százalékos feleslegben volt az égetés során az oxigén?*
- c) *Add meg a fenti reakciók termékeit és a képződő izomereket!*

(Borbás Réka)

**H376.** Violetta elektrolizált otthon. Tiszta vaselektrodákat, illetve egy régi tápegységet, azaz egy állítható feszültségforrást használt. A celláját kálium-hidroxid porból készített, 14-es pH-jú lúgoldattal töltötte fel. A tápot 1,5 V-nál nagyobb feszültségre állította. A pozitív elektród közelében idővel ibolyás elszíneződést tapasztalt.

Hasonló anyag keletkezik akkor is, ha magas hőmérsékleten és nyomáson nátrium-peroxiddal vas(III)-oxidot reagáltatnak.

- a) *Írd fel az utóbbi folyamat reakcióegyenletét, ha tudjuk, hogy csak két szilárd termék keletkezik!*

Egy másik lehetséges, és ismertebb előállítási módszer, hogy vas(III)-hidroxidot nátrium-hipoklorit és nátrium-hidroxid oldatával oxidálnak, majd az így kapott oldathoz kálium-hidroxid feleslegét öntik. Ekkor egy lila színű csapadék válik le.

- b) *Mi lehet a képlete a csapadéknak? Írd fel a leírt reakciókat! Az eddigiek alapján írd fel Violetta elektrolízisének anód- és katódreakcióját!*

Az előállított anyagot széleskörű felhasználhatósága miatt jelenleg intenzíven kutatják. A benne található aniont protonálni is lehet, ekkor az egyszerűen protonált forma dimerizálódik. Idővel savas közegben gáz fejlődése közben,  $[\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_8]^{4+}$  komplexekké alakul.

- c) *Írd fel a lejátékos reakciók egyenletét!*

(Nemeskéri Dániel)

**H377.** Egy  $\text{KMnO}_4$ -oldat koncentrációját három módszerrel is meghatározzuk.

Az első, titrálós eljárásban az oldattal megtitráltunk egy olyan kénsavval savanyított oldatot, amely 0,0630 g  $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  oldásával készült. A bürettárolól leolvasott fogyás 9,88  $\text{cm}^3$  volt.

A második esetben az oldat 1,000  $\text{cm}^3$ -es részletét adtuk 4,000  $\text{cm}^3$  0,2511  $\text{mol}/\text{dm}^3$ -es koncentrációjú  $\text{MnSO}_4$ -oldathoz, majd az így nyert oldatot 0,25  $\text{mol}/\text{dm}^3$ -es koncentrációjú kénsavoldat segítségével 25,00  $\text{cm}^3$ -re egészítettük ki. Az így kapott oldat pH-ja 0,76, az oldatba merülő platinaszál és egy standard hidrogénelektrod segítségével kialakított galvánelem feszültsége 25 °C-on 1,418 V-nak adódott.

A harmadik módszer esetén a törzsoldat 1,000  $\text{cm}^3$ -es részletét felhígítottuk 100,00  $\text{cm}^3$ -re, majd az így kapott oldat fényelnyelését vizsgáltuk spektrofotométer segítségével. Az oldat abszorbanciája 0,465-nek adódott. Azon hullámhosszon, melyen a mérést végeztük, a permanganation moláris abszorpciós koefficiense 2300  $\text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1}$ , a kivetta úthossza 1,000 cm.

a) *Számold ki a mért adatok alapján mind a három módszer esetén az oldat pontos koncentrációját!*

Hasonlítsuk össze a módszerek pontosságát! A fenti módszerek esetén csak a fogyás, valamint a három műszeres mérés pontosságával foglalkozunk, mégpedig úgy, hogy ha egy kapott érték például 100,2, akkor ez azt jelenti, hogy valójában 100,15 és 100,25 között mozoghat. A számolásokban használt összes többi értéket vegyük pontosnak!

b) *A mért adatok pontosságát így figyelembe véve milyen tartományban lehetett az oldat koncentrációja az egyes mérések alapján? Melyik a legpontosabb mérés?*

(Ficsór István Dávid)

**H378.** A királis molekulák ismert tulajdonsága, hogy a síkban polarizált fény síkját elforgatja az oldatuk. Az, hogy hogyan számítható ez az elforgatás, az már kevésbé ismert:

$$\alpha = [\alpha] \cdot l \cdot c \quad (1)$$

ahol  $\alpha$  az elforgatás szöge,  $[\alpha]$  a fajlagos forgatóképesség, ami egy anyagra jellemző konstans,  $l$  az úthossz, amin a fény áthalad,  $c$  az anyag koncentrációja. Bár a szögeket bármilyen szögegységben meg lehet adni, mi dolgozzunk radiánban a továbbiakban.

Vegyünk egy négyzet alapú hasáb alakú küvettát, amelynek az alapéle  $l$  hosszúságú. Töltsük fel pontosan  $l$  magasságig egy enantiomertiszta királis molekulát tartalmazó oldattal.

a) *Számít, hogy a háromból melyik éllel párhuzamosan át mérjük meg az optikai forgatóképességet? Hígítsuk fel a duplájára az oldatot a küvettában! Így számít az irány? Mindkét esetben add meg, mi a különbség közöttük, ha van!*

Legyen  $A_R$  egy királis anyag, ami egy elsőrendű reakcióban átalakul  $A_S$  tükörképi párjává. A reakció sebességi együtthatója  $k$ . Ilyen esetben ismert az összefüggés, miszerint:

$$c(t) = c_0 \cdot e^{-kt} \quad (2)$$

ahol  $c(t)$  a kiindulási anyag koncentrációja  $t$  időpontban,  $c_0$  a kiindulási anyag koncentrációja a mérés kezdetén,  $k$  a reakció sebességi együtthatója,  $t$  pedig a mérés megkezdése óta eltelt idő.

Az enantiomerekről ismeretes az, hogy a fajlagos forgatóképességük egymás ellentettje.

A reakciósebesség tulajdonképpen koncentrációváltozási sebesség, így, ha a szögelfordulást a koncentráció segítségével írjuk fel, akkor a fény polarizációs síkjának szögsebességére a reakciósebességgel hasonló képletet kaphatunk.

A reakciósebességi törvény elsőrendű reakciókra a következőképp szól:

$$v(t) = k \cdot c(t) \quad (3)$$

ahol  $v(t)$  a pillanatnyi reakciósebesség,  $k$  továbbra is a reakciósebességi együttható,  $c(t)$  pedig továbbra is a pillanatnyi koncentráció.

$A_R$  oldatával töltsük meg a küvettát.

b) *Írd fel az elforgatás szögének időfüggését erre a mintára! Az analógia segítségével határozd meg a polarizációs sík szögsebességének időfüggvényét!*

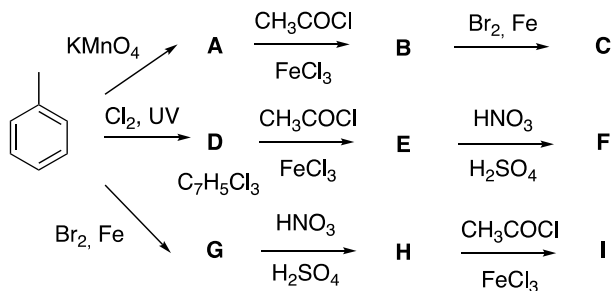
Segítség: Vezess be egy kiindulási elforgatási szöget, hogy könnyebben lásd az analógiát!

c) Rajzold fel a reakció során az összesített elforgatási szög-idő grafi-  
kont vázlatosan (pontos értékek feltüntetése nem szükséges)!

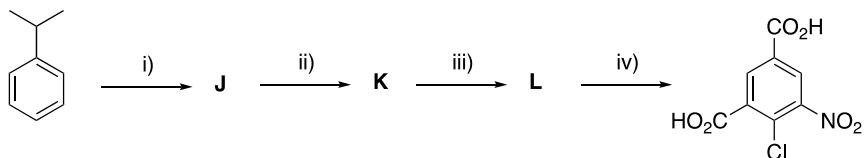
(Sajósi Benedek)

**H379.** Az elektrofil aromás szubsztitúció egy olyan folyamat, ahol az aromás rendszer nukleofilként viselkedik egy elektrofillal szemben, így egy pozitív töltésű köztes állapot képződik a gyűrűn belül. Ez azt jelenti, hogy a különböző szubsztituensek jelentős hatással vannak az elektrofil támadási helyére. Ezzel magyarázhatjuk azokat az irányítási szabályokat, amelyeket a szubsztituált aromás rendszerek elektrofil szubsztitúciója során tapasztalunk. (lásd Varga Szilárd: *Az aromás gyűrűn található szubsztituens irányító hatása az aromás elektrofil szubsztitúcióban*, KÖKÉL 2010/5. 355-357.)

a) Határozd meg az alábbi termékek szerkezetét!



b) Add meg a reakciósorból hiányzó vegyületeket, és írd be a reakciókörülményeket a megfelelő helyre!



Reakció körülmények:

$\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{FeCl}_3, \text{Cl}_2$

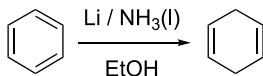
$\text{MeCl}, \text{FeCl}_3$

$\text{KMnO}_4$

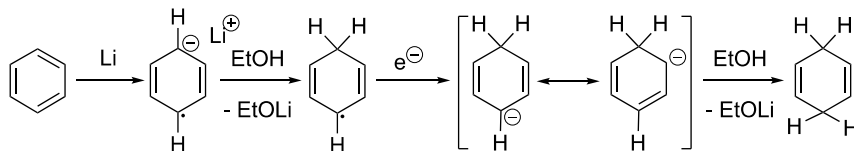
(Papp Marcell)

**H380.** A Birch-redukció egy olyan oldott elektron segítségével lejátszódó gyökös reakció, ahol egy aromás gyűrű egy 1,4-ciklohexadiénné alakul.

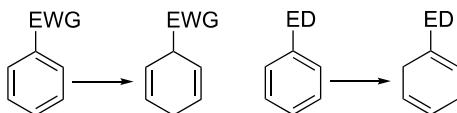
Birch-redukció:



mechanizmus:

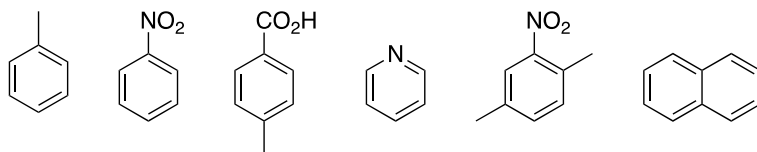


irányítási szabályok:



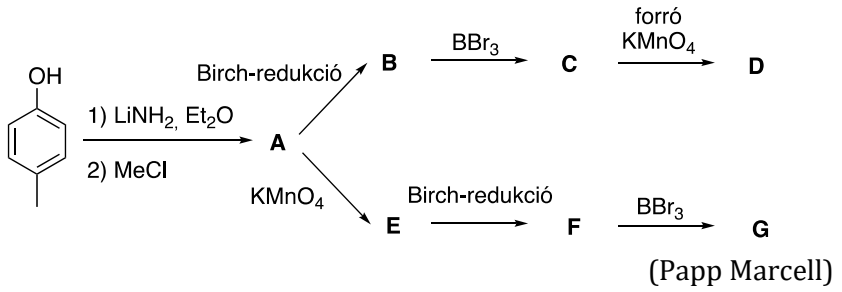
A tapasztalatok alapján az elektronszívó csoport (ED) erősen dezaktiváló (annyira, hogy a fenolát ionok nem is reagálnak), az elektronszívó csoport (EWG) viszont erősen aktiváló hatású. Több szubsztituens esetén az „erősebb” fogja meghatározni a terméket: erős elektronszívó és gyenge elektronszívó esetén az elektronszívóra jellemző irányítást mutatja (és értelemszerűen ez fordítva is igaz).

a) *Add meg az alábbi vegyületek Birch-redukciójával keletkező termékek szerkezetét!*



Az erősen redukív közeg miatt számos érdekes tulajdonsága van a Birch-redukciónak: ha az aromás rendszerrel konjugált kettős kötés található a vegyületben, akkor az telítődni fog a katalitikus hidrogénezéshez hasonlóan. Emellett a képződő karbanion intermedier képes nukleofilként is reagálni.

b) *Add meg az alábbi reakciósor termékeit!*



## KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



### Kedves Diákok!

Az előző számban megjelent idézethez kapcsolódó kérdések megoldását a következő számban közöljük, most három újabb feladat következik. A kérdések között vannak nagyon könnyűek, illetve olyanok, amelyek első olvasásra talán ijesztőnek tűnnek. Ne felejtsetek: ezek is egyszerű választ feltételeznek, és szakkönyvekben, illetve az interneten való nyomozással előzetes szerves, illetve szerves kémiai tanulmányok nélkül is megoldhatóak!

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

**Beküldési határidő: 2023. január 9.**

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

### 4. idézet: Irinyi János visszaemlékezése saját gyufája felfedezésére (13 pont)

*„Midőn a bécsi polytechnikum vegytanára Meissner élt, akkor én az ő, ő az én kedvenczem volt. Többi között az ólom másod élegyéről tartott felolvasást (ezt a németben Bleihyperoxyd, Superoxyd, magyarul ólom-felélegre is fordíták) [...] Meissner tanár tehát dörzsölgette a barna ólom-élegyet a kénvirággal üveg mozsárban, igérvén a figyelmes hallgatóságnak, hogy a kén meg fog gyulni, – de ez nem történvén, nekem hamar az jutott eszembe, hogy ha kén helyett vilanyt vett volna, ez már régen égne. Ebből áll a találmány!*

*Azután egyik társamnak [...] mondám, hozzon nekem ólompirt, választóvizet, s egy huszast adtam neki phosphorra, [...] mert – mondám – zündhőzlit akarok csinálni (még akkor a gyufa-szó sem volt megteremtve). Egy kis vegytani számítás után nem kellett semmi »sokszoros kísérlet«.*”

*(Irinyi János: Felvilágosító adatok a gyufa történetéhez. Vasárnapi Ujság, 10. évf. [1863] 9. sz. 75–76. o.)*

### **Kérdések:**

*Tudjuk, hogy nem Irinyi találta fel a gyufát, csak annak egy fajtáját, ami zajtalanságával tűnt ki a többi hasonló korabeli próbálkozás közül. A 19. század első felében ugyanis számos tűzszerszám-előállítás kísérlet folyt. A próbálkozások egyik irányát a mártógyufa jelentette.*

a) Írd le, milyen anyagokat használtak jellemzően a mártógyufa elkészítésekor! Milyen kémiai reakció révén következett be a gyulladás?

*Irinyi igen fontosnak tartotta a magyar nyelvű kémiai terminológia terjesztését, az 1840-es években aktív kémiai nyelvújító volt. Erre utal a következő három anyagnév is: ólom másodélegye (ezt maga Irinyi alkotta), ólompír, választóvíz.*

b) Add meg ennek a három anyagnak a ma használatos nevét és képletét! Ahol tudod, magyarázd meg, honnét származik az Irinyi által használt magyar elnevezés!

*Az idézetből kiderül, hogy az akkor 19 éves Irinyinek – a főiskola-szerű bécsi Politechnikum hallgatójának – egy tanítási órán, egy rosszul sikerült előadási kísérlet kapcsán született meg a zajtalan gyufa összetételével kapcsolatos ötlete.*

c) Mi lett volna a kísérlet lényege?

d) Hasonlítsd össze a zajtalan gyufát a mai gyufával abból a két szempontból, hogy milyen foszfort tartalmaztak és hol!

e) Miért nem vörösfoszfort használt Irinyi gyufája megalkotásakor?

f) Mennyi a standard vörösfoszfor és fehérfoszfor képződéshője? Mi az érdekes a két számértékben?

g) Nézz utána, hogyan lehet előállítani vörösfoszforból fehérfoszfort, illetve fehérfoszforból vörösfoszfort!

(Keglevich Kristóf)



**5. idézet: diszperz rendszerek (9 pont)**

*„Pára minden pompa s ék:*

*Egy ezred egy buborék.*

*[...]*

*A virtus nagy tűneményi*

*Góz, mit hagymáz lehele;*

*[...]*

*Hit s remény a szűk pályán,*

*Tarka párák s szivárvány.*

*Holdvilág csak boldogságunk;*

*Füst a balsors, mely elszáll [...]*”

*(Kölcsey Ferenc: Vanitatum vanitas [1823])*

**Kérdések:**

- Mi az elvi különbség a gáz és a gőz között? Melyik kategóriába sorolható a vízpára?
- Mi az a füst természettudományos értelemben? Írd föl három reakció egyenletét, amely során füst képződik!
- A fenti definíció értelmében valóban füst a diszkófüst? Miért? Hogyan állítják elő?

(Keglevich Kristóf)

**6. idézet: a tallium (8 pont)**

*„– Higgyc el, Mark, nem természetes, hogy ezeknek az embereknek tövesztül hullik ki a hajuk. Valami újfajta betegség lehet, bizonyára jelent valamit...*

*Belekapaszkodtam a kagylóba, és a fejem zsibongott. Félig tudott dolgok, kis töredékek egészsé álltak össze. Rhoda a kutyáival a gyepen, egy cikk, amit a New York-i orvosi lapban olvastam, hát persze, persze! (...) Lecsaptam a kagylót, majd ismét felemeltem. Tárcsáztam, és szerencsémre ezúttal Lejeune [detektívfelügyelő] jelentkezett.*

*– Mondja – kérdeztem –, Gingernek mostanában hullik a haja?*

*– Nos, azt hiszem ... igen. A magas láztól, gondolom.*

– Egy frászt – mondtam. Gingernek ugyanaz a baja, mint eddig mindenkinek. Talliummérgezés. Egek ura, add, hogy ne legyen még késő!”

(Agatha Christie: *Bűbájos gyilkosok* [1961] – László Zsófia fordítása)

### **Kérdések:**

*A tallium neve onnét származik, hogy spektrumában egy jellegzetes zöld vonal figyelhető meg ('thallos' (görög) = zöld hajtás). A Bunsen-égy lángja is zöldre színezhető talliumvegyületekkel.*

- a) Említs további elemeket, amelyek nevüket színekük alapján nyerték!
- b) Az alumínium és a tallium is a III. főcsoport eleme. Hasonlítsd össze, jellemzően milyen vegyértékkal fordul elő vegyületeiben az alumínium és a tallium! Mi az eltérés oka?
- c) Nézz utána a függvénytáblában, mekkora a tallium gyakoribb ionjának sugara! Ennek alapján fogalmazz meg egy hipotézist, mely ionszórónán kerülhet a sejtek belsejébe, min alapszik mérgező hatása!
- d) Add meg a talliummérgezés további jellemző tüneteit!
- e) Nevez meg két további vegyületet, amelyek szervezetbe jutásuk esetén a talliumvegyületekhez hasonlóan hajhullást okoznak!

(Keglevich Kristóf)

# **KÉMIA IDEGEN NYELVEN**



## **Kémia németül**

**Szerkesztő: Horváth Judit**

Az előző szám fordítását még **2023. január 9-ig** be lehet küldeni.

## **Kémia angolul**

**Szerkesztő: Tóth Edina**

A fordításokat **2023. január 9-ig** lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni.

### **A ritkaságok, amikről órán nem beszélünk**

Majd minden évben akadnak lelkes kilencedikesek, akik a kémia-tanárnak szegezik a kérdést: „És róluk mikor fogunk tanulni?” A róluk mindig az atipikus, a ritka, a szokatlan, amiről sajnos nem tanulunk. Az f-mező az egyik ilyen „ritkaság”. Ha rákérdeznek a miért nemre, általában annyit tudunk mondani, mert igen komplikált elemi állapotban előállítani őket. Az új fordítási téma tehát a lantanoidák.

A kitűzött szöveg egy több, mint 20 éves és meglehetősen hosszú tudományos cikk kivonata. A tudományos cikkekben nagyszámú utalás található más kutatók munkájára. Ezt évszámmal és a szerző nevével teszik meg. Amennyiben a hivatkozott információ nem egyetlen személy munkája „*XY et al*”, vagyis „*XY és társai*” megjelölést használnak. A cikk által használt jelölésrendszerben szerepel az anyagmennyiség-koncentráció elavult jelölése: *M* a  $\text{mol}/\text{dm}^3$  helyett.

## **4. Applications of Separation Techniques for Lanthanides: Basic Chemistry and Methods**

Analysis to determine the rare-earth content of materials can have many different objectives. Successful separations require a judicious combination of appropriate group separation/preconcentration, separation of individual members of the series, and the proper detection technique. Recent reviews that are readily available in the chemical literature offer compilations of "cookbook" methods for conducting analyses of samples of different types. In the following sections, we will offer a brief summary of preferred methods for specific types of analyses and provide appropriate literature references for the reader to pursue for details beyond those offered herein. [...]

### **4.1 Geological samples**

There are three general motivations for analysis of natural samples: (1) exploration for rare-earth mineral resources, (2) isotopic analysis for elucidation of the geological history of the earth, and (3) analysis of living samples to investigate natural distribution of lanthanides in the biosphere. The analysis of geologic samples for rare-earth content has obvious implications for rare-earth mining, and rare-earth analyses also have been applied to petroleum geology (Emery and Robinson 1993), but one vital area of rare-earth analyses is the scientific inquiry into geological problems.

The chemical and nuclear properties of rare-earth elements make them excellent tracers of geologic processes. Little differentiation in rare-earth concentrations is observed in commonly encountered low-temperature processes like mineral weathering. The chemical similarity of the trivalent rare-earth cations that makes analytical separations difficult, ensures that rare earths generally follow each other in geochemical cycles, though large anomalies in Ce or Eu concentrations are commonly observed because of the formation of  $Ce^{4+}$  and  $Eu^{2+}$  under oxidizing or reducing conditions, respectively. At higher temperatures, however, the rare-earth element compounds can be fractionated based on melting points, under geothermal conditions, or on volatility, under extra-terrestrial conditions. Each of these mechanisms gives different systematic enrichments or depletions of certain rare earths. By studying the fractionation patterns of the rare-earth elements, the origin of the processes that formed a mineral phase can be ascertained with

important implications for solar evolution. An application of this methodology can be found in Haskin's (1989) review of the rare-earth abundances in lunar surface samples.

While the naturally occurring rare earths are widely considered non-radioactive, seven of them, La, Ce, Nd, Sm, Gd, Dy, and Lu, have naturally occurring radioactive isotopes. Of these,  $^{138}\text{La}$  ( $t_{1/2} = 1.06 \cdot 10^{11}$  yr),  $^{147}\text{Sm}$  ( $t_{1/2} = 1.08 \cdot 10^{11}$  yr), and  $^{176}\text{Lu}$  ( $t_{1/2} = 3.7 \cdot 10^{10}$  yr) have half-lives short enough to be useful isotopic tracers for both geo- and cosmochemistry. The stable progeny of these radioactive parents are analyzed by mass spectrometry, and they must be free of other isobaric interferences (  $^{142}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Sm}$ ,  $^{148}\text{Sm}$ , and  $^{150}\text{Sm}$  interfere with determination of  $^{142}\text{Nd}$ ,  $^{144}\text{Nd}$ ,  $^{148}\text{Nd}$ , and  $^{145}\text{Nd}$ ) as a 0.03% deviation in the  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  isotopic ratio corresponds to 100 million years in the Sm/Nd isochron (Emery and Robinson 1993). The  $^{147}\text{Sm}/^{143}\text{Nd}$  pair is the most widely employed and is of great importance in lunar and meteoric chronology and evolution (Patchett 1989). Because Sm and Nd are both light rare-earth elements with only one important oxidation state, they follow each other closely in geochemical cycles.

[...]

Analysis in support of mineral exploration typically involves standard techniques for both rock dissolution and chromatographic analysis. For example, Moraes and Shihomatsu (1994) report the analysis of US Geological Survey standard rock samples using ion-pair chromatography (dynamic ion exchange) with hiba [abbreviation for alpha-hydroxyisobutyric acid] as the eluant. Standard procedures for rock dissolution, preconcentration, and chromatographic analysis are followed. A gradient elution (pH=3.8, [hiba]= 0.07-0.4 M at 1ml/min over 20 minutes) was employed with colorimetric detection for post-column derivatization. Each lanthanide was resolved, though there was slight overlap between Y and Dy. The detection limits in the original samples were in the 1-3 ppb range. This technique is a representative recent demonstration of the general technique developed by Cassidy and co-workers in the 1980s (Cassidy et al 1985, Cassidy 1988, Barkley et al 1986, Cassidy and Chauvel 1989, Knight et al 1984). It relies on the basic chemistry introduced in the 1950s (Choppin and Silva 1956). The same basic method (using slightly different gradient conditions) was used by Al-Shawi and Dahl (1994), Kuroda et al (1990) and Moraes et al

(1997) for analysis of monazite/phosphate rock, the latter using solvent extraction for preconcentration of the lanthanides. Kuroda et al (1990) employed an oxalate precipitation step to isolate the lanthanides from the sulfuric acid dissolver solution. Oguma et al (1993) analyzed silicate rocks using a glycolic acid concentration gradient at pH=3-5, though Sm, Eu, Gd, Tb, and Dy are not resolved, and Ho poorly so le Roex and Watkins (1990) employed a mixed oxalate/diglycolate eluant but experienced incomplete resolution of Ho from Y and Lu from Yb. By adding dipicolinic acid to the eluant, they were able to complete the analysis in a somewhat extended period without complete removal of transition metal impurities.

[...]

Isotopic analysis of rock samples provides unique insights into the genesis and evolution of the earth. This method is perhaps the most demanding of all lanthanide analyses, as it typically requires chemical separation of the group from the matrix, individual members of the series, and usually relies on mass spectrometric detection.

The separation chemistry is generally comparable to that applied for less demanding samples/objectives. The detection method requires careful preparation of the post-separation sample to avoid potential interferences. In fact, the MS detection technique is extremely sensitive to the presence of impurities, requiring that essentially all impurities be removed.

## 4.2 Analysis for materials science

By comparison with natural samples, lanthanide-bearing species from manufactured sources are typically much simpler analytical targets. The samples are often more readily dissolved and, because many of them are rare-earth-based materials, preconcentration steps can sometimes be eliminated. Recent reports have applied analytical separation methods to determine lanthanide concentrations in metals (Kobayashi et al 1992), alloys (Al-Shawi and Dahl 1996), and magnets (Saraswati 1993), in high-purity rare-earth oxides (Stijfhoorn et al 1993, Yin et al 1998, W Li et al 1997, 1998, Wu et al 1997, Peng et al 1997), and in optical materials (Bruzzoniti et al 1996).

Light lanthanide metals are alloyed with magnesium to increase structural strength and reduce corrosion (Al-Shawi and Dahl 1996). The alloy sample dissolved readily in 20 %  $\text{HNO}_3$ . The resulting clear solution was diluted and subjected to ion chromatographic analysis using isocratic hiba solutions as the eluant. Analysis was complete in less than 15 minutes and gave good separation of all alloy components including lanthanides, Zn, Cu, Mn, and Mg. Such alloys are commonly analyzed for their rare-earth content using X-ray fluorescence or optical techniques [...]

Chromatographic analysis offers substantial cost saving (for instrumentation) and simple operation making this option attractive. The Nd-Fe-B magnets are among the highest-strength permanent magnets available today. The coercivity (a measure of magnet strength) of the magnets is altered by trace amounts of Tb, Dy, Ho, Er, or Yb making analysis of these species either in the magnet or in magnet precursors highly desirable. Saraswati (1993) has reported an ion-chromatographic procedure for analysis of both transition metals and rare-earth metal ions in a single chromatogram. [...] The transition metals and lanthanide ions are surprisingly well-separated in the reported chromatograms, particularly in light of the relatively weak sensitivity that lanthanide tartrate stability constants indicate for the changing ionic radius of the cations. [...] The system is also somewhat noteworthy in the remarkably good separation between the transition metals and the rare earths.

### 4.3 Nuclear applications

Among the most common by-products of nuclear fission are several of the lanthanide metal ions, particularly the light members of the series. Fission yields of selected metal ions among these are very well known. Analysis of dissolved irradiated fuel elements for their lanthanide content can be applied to monitor the status of a nuclear reactor. The application of chromatographic techniques to intensely radioactive samples offers several unique challenges. With the application of radiometric detection techniques, the sensitivity of chromatographic methods can be appreciably extended, at least for short half-life nuclides. The basic analytical procedures for chromatographic analysis

of irradiated fuels were developed during the 1980s at the Chalk River laboratory in Canada.

[...]

In addition to their use as fission yield monitors, radioactive rare-earth isotopes can be used to monitor the concentrations of other fission products. Strontium-90 ( $t_{1/2} = 29$  yr) is one of the most prevalent fission products and is a particular concern for bioaccumulation because of the high-energy radiation it emits and because it mimics the chemistry of Ca, an essential element. As it decays,  $^{90}\text{Sr}$  comes to radioactive equilibrium with its also radioactive progeny,  $^{90}\text{Y}$  ( $t_{1/2}=64$  h), so that the radioactivity attributable to  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{90}\text{Y}$  is equal after 30 days. The radioactivity of  $^{90}\text{Y}$  interferes with radiometric measurements of the  $^{90}\text{Sr}$  concentration, and thus they must be separated before analysis. To avoid the problem of new  $^{90}\text{Y}$  growing into a purified  $^{90}\text{Sr}$  sample, which would always complicate direct radiometric  $^{90}\text{Sr}$  determination, the  $^{90}\text{Sr}$  concentration is determined from the radioactivity of  $^{90}\text{Y}$  after separation from  $^{90}\text{Sr}$ .

[...]

#### Source of Text:

**Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths**, volume 28 Elsevier, 2000 Edited by: Karl A. Gschneidner, Jr. and LeRoy Eyring (ISBN: 978-0-444-50346-6)

**180.** Kenneth L. Nash and Mark P. Jensen: Analytical separations of the lanthanides: basic chemistry and methods



# 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.*

**Tóth Zoltán**

## **A kémiai részecskékkel kapcsolatos tanulói definíciók elemzése a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeivel**

### **Bevezetés**

A tudásszerkezet feltárására, változásának nyomon követésére számos módszer (fogalmi térképezés, Galois-gráf, tudástérelmélet, szóasszociációs teszt) áll rendelkezésünkre.

Mind egyéni, mind csoportos tudásszerkezet-vizsgálatra alkalmas a szóasszociációs teszt (lásd pl. Cardellini, 2008; Kostova és Radoynovska, 2008, 2010; Nakiboglu, 2008; Kluknavszky és Tóth, 2009; Ercan és mtsai, 2010; Altiparmak és Yazici, 2010; Sendur, Özbayrak és Uyulgan, 2011; Timur, 2012; Gulacar et al. 2015; Armagan, 2016; Derman és Eilks, 2016; Karatekin, Topcu és Aydinli, 2016; Yildirim és Demorkil, 2018.). A szóasszociációnak a tudásszerkezet feltárására, változásainak vizsgálatára elsősorban a természettudományok területén került sor az 1980-as évektől. Hazánkban először 2009-ben számoltunk be ilyen

jellegű vizsgálatokról (Kluknavszky és Tóth, 2009) és azóta számos tanulmány jelent meg elsősorban a kémia, a biológia és a földrajz területéről (Tóth és Sójáné, 2012; Daru és Tóth, 2014a, 2014b; Kádár és Farsang, 2012, 2014; Malmos és Revákné, 2015; Sójáné és Tóth, 2017; Malmos, Jász és Revákné, 2017; Czékmán, Kiss és Tóth, 2017; Revák-Markóczi et al., 2019).

A módszer lényege, hogy bizonyos témakör kulcsfogalmait, mint hívó szavakat alkalmazva, azt vizsgáljuk, hogy adott idő alatt a tanuló milyen más szavakra asszociál. Az egyes hívó szavak közötti kapcsolat erősségére a közös válaszsavakból (asszociációkból) tudunk következtetni. Egyszerűsége és a tesztfelvétel kis időigénye miatt a szóasszociációs módszert tanítási órán is lehet használni.

### Hipotézisünk

Amennyiben a definíciót (meghatározást, leírást) úgy fogjuk fel, mint a definiálandó fogalomra, mint hívó szóra adott válaszsavak (asszociációk) összességét, akkor az egyes definiálandó fogalmak közötti kapcsolat erősségét a rájuk adott definícióban szereplő közös szavak száma és sorrendje alapján számolt kapcsolati együtthatóval jellemezhetjük.

### A kutatás körülményei

Hipotézisünk teszteléséhez egy korábbi kutatás során (Ludányi, 2008) felvett, a kémiai részecskékkel (*atom, molekula, ion, egyszerű ion, összetett ion, kation, anion, elemmolekula, vegyületmolekula*) kapcsolatos tanulói válaszokat („definíciókat”) használtuk. Az ország 17 hat- és nyolcosztályos gimnáziumának 7. és 9. évfolyamáról véletlenszerűen kiválasztott 20-20 tanuló válaszait értékeltük.

Két példa a tanulók által írt „definíciók” asszociációkká alakítására:

1) *Atom*: „Az anyag legkisebb kémiaiilag oszthatatlan része.”

Asszociációkra bontás:            *atom*  
  anyag  
  legkisebb  
  kémiaiilag  
  oszthatatlan  
  rész

2) *Atom*: „Proton-, neutron és elektron halmaz. 2 része az atommag ( $n^0$ ,  $p^+$ ) és az elektronfelhő ( $e^-$ ). Az anyagok főbb alkotói az atomok.”

Asszociációkra bontás:

- atom*
- proton
- neutron
- elektron
- halmaz
- kettő
- rész
- atommag
- elektronfelhő
- anyag
- fő
- alkotó
- atom

A hívó szavak (fogalmak) közötti kapcsolat erősségére jellemző ún. Garskof-Houston-féle kapcsolati együtthatót (RC) a következőképpen számoltuk (1. táblázat): A két hívó szó (fogalom) közül kiválasztottuk a több asszociációt tartalmazót (esetünkben az A fogalom), majd annak az asszociációit beszámoltuk úgy, hogy maga a hívó szó kapta a legnagyobb rangszámot. És ugyanezt a rangszámot használtuk a másik (B) fogalom esetében is. Ezek után kiválasztottuk a közös asszociációkat, majd azok rangszámát összeszoroztuk, a szorzatokat összeadtuk és ezt az összeget osztottuk a teljes egyezést jelentő négyzetösszeg -1-gyel csökkentett értékével. Ezt az értékelést elvégeztük minden egyes tanulóra, majd az így kapott kapcsolati együtthatókat átlagoltuk, és ezt tekintettük a vizsgált csoportra jellemzőnek. (A kapcsolati együtthatók számítására a *Bodnár Eszter* kémia-fizika szakos hallgató által készített Orákulum excel programot használtuk, amely segítségével egyszerre 12 kapcsolati együttható számítható – az asszociációs lista beírása után.)

## Eredmények

### *A tanulócsoporthokra jellemző kapcsolati hálók*

A hívófogalmak közötti kapcsolati együtthatók csoportokra átlagolt értékét a 2. és a 3. táblázatok tartalmazzák. Ezek alapján megrajzolhatjuk a hívófogalmak közötti kapcsolati hálót, amely jellemzi a vizsgált csoport tudásszerkezetét. A szemléletesség és a könnyebb áttekinthetőség kedvéért a kapcsolatok erősségét különböző vonalakkal (vastag, vékony, szaggatott) jelöltük. A szakítási pontok a következők voltak: RC: > 0,24 (vastag vonal), 0,15 – 0,24 (vékony vonal), 0,05 – 0,14 (szaggatott vonal), <0,05 (nincs jelölve). Az ilyen módon kapott kapcsolati hálókat láthatjuk az 1. ábrán.

<i>Asszociációk</i>	<i>Rangszám</i>	<i>Asszociációk</i>	<i>Rangszám</i>
Hívófogalom (A) MOLEKULA	6	Hívófogalom (B) ATOM	6
atom	5	semleges	5
áll	4	kémiai	4
semleges	3	részecske	3
kémiai	2		
részecske	1		

$$RC = \frac{\bar{A} \cdot \bar{B}}{\sum n^2 - 1}$$

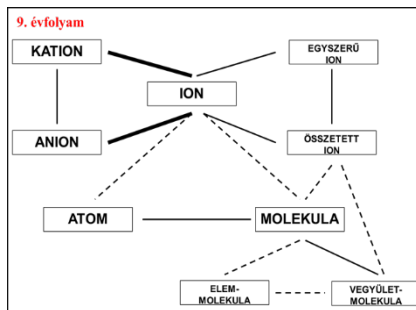
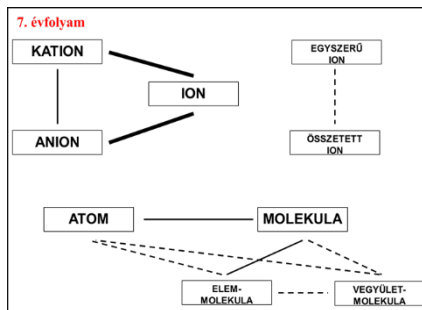
$$\bar{A} = [5 \ 3 \ 2 \ 1]$$

$$\bar{B} = [6 \ 5 \ 4 \ 3]$$

$$n = 6$$

$$RC = \frac{5 \times 6 + 3 \times 5 + 2 \times 4 + 1 \times 3}{6^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 - 1} = 0,62$$

1. táblázat. A kapcsolati együttható (RC) számításának bemutatása egy példán keresztül.



1. ábra. A 7. és a 9. évfolyam kapcsolati hálója (szakítási pontok: 0,05; 0,15; 0,25).

7. évf.	anion	atom	egyszerű ion	elem-molekula	ion	kation	molekula	összetett ion	vegyület-molekula
anion	1	0,02	0,03	0,01	0,23	0,15	0,01	0,03	0,00
atom		1	0,03	0,09	0,05	0,02	0,19	0,02	0,09
egyszerű ion			1	0,02	0,04	0,03	0,02	0,11	0,01
elem-molekula				1	0,02	0,01	0,15	0,03	0,12
ion					1	0,23	0,06	0,03	0,01
kation						1	0,01	0,03	0,01
molekula							1	0,03	0,12
összetett ion								1	0,01
vegyület-molekula									1

2. táblázat. A 7. évfolyamos csoport átlagos kapcsolati együtthatói (RC).

9. évf.	<i>anion</i>	<i>atom</i>	<i>egyszerű ion</i>	<i>elem-molekula</i>	<i>ion</i>	<i>kation</i>	<i>molekula</i>	<i>összetett ion</i>	<i>vegyület-molekula</i>
<i>anion</i>	1	0,01	0,06	0,01	0,26	0,17	0,04	0,06	0,01
<i>atom</i>		1	0,05	0,05	0,08	0,03	0,19	0,06	0,06
<i>egyszerű ion</i>			1	0,04	0,15	0,05	0,06	0,20	0,03
<i>elem-molekula</i>				1	0,02	0,01	0,13	0,05	0,13
<i>ion</i>					1	0,27	0,10	0,17	0,02
<i>kation</i>						1	0,04	0,06	0,01
<i>molekula</i>							1	0,12	0,16
<i>összetett ion</i>								1	0,11
<i>vegyület-molekula</i>									1

3. táblázat. A 9. évfolyamos csoport átlagos kapcsolati együtthatói (RC).

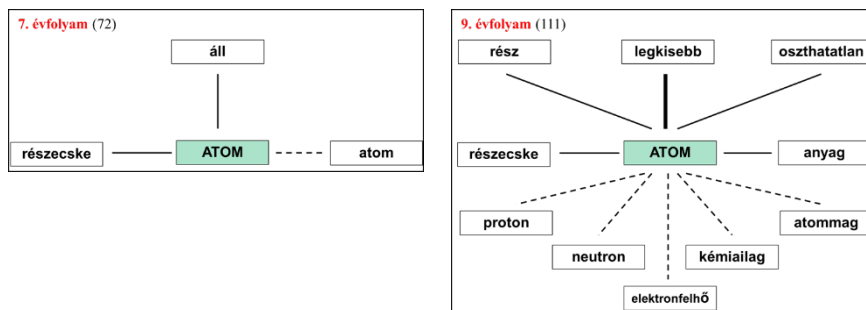
Látható, hogy a 7. évfolyamosok kapcsolati hálója három, egymástól jól elkülönülő részből áll. Viszonylag erős kapcsolat jellemzi az *ion* – *anion* – *kation* fogalmakat, ugyanakkor az *egyszerű ion* – *összetett ion* fogalompár a többitől elkülönülve, egymással is gyenge kapcsolatban jelenik meg a fogalmi hálóban.

Ezzel szemben a 9. évfolyamosok fogalmi hálója sokkal strukturáltabb, kapcsolatdúsabb, nem tartalmaz szigeteket. Határozott kapcsolat látható az *ion* – *egyszerű ion* – *összetett ion*, valamint a *molekula* és az *összetett ion* fogalmak között.

A kémiai részecskékkal kapcsolatos fogalmi struktúrában tehát jelentős gazdagodás, új kapcsolatok kialakulása következik be 7-9. évfolyam között.

### *Atom*

A két csoport esetében az „atom” hívó szóra kapott leggyakoribb asszociációkat láthatjuk a 2. ábrán. Az egy tanulóra jutó átlagos asszociációk száma a kezdeti 3,6-ról (7. évfolyam) 5,6-ra (9. évfolyam) nőtt. A növekedés 54%-os.

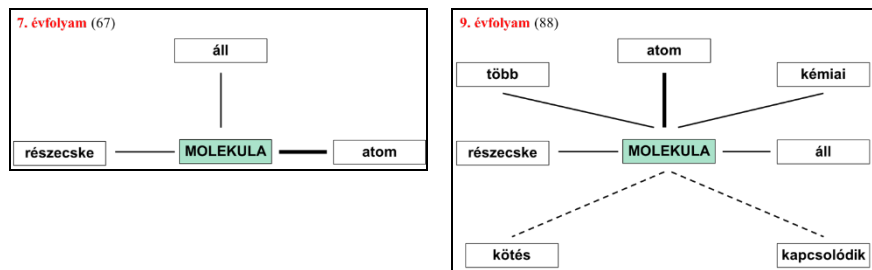


2. ábra. Az „atom” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

A 7. évfolyamosok esetében az asszociációs háló igen szegényes, lényegében csak az atom részecske jellege tűnik ki belőle. Ezzel szemben 9. évfolyamon már megjelennek az atom jellemzői (legkisebb, kémiailag, oszthatatlan) és összetevői (elektronfelhő, proton, neutron, atommag) is. Úgy tűnik tehát, hogy az *atom* fogalom ismeretében jelentős fejlődés következik be 7-9. évfolyam között.

### Molekula

A *molekula* hívó szóra adott asszociációk átlagos száma 7. évfolyamtól 9. évfolyamig 3,4-től 4,4-re (31%-kal) nőtt.



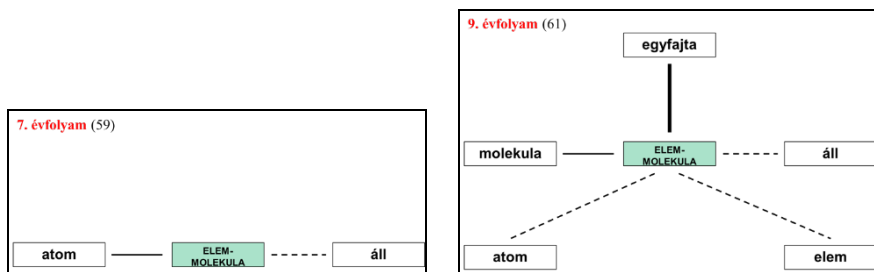
3. ábra. A „molekula” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

A kezdeti, szegényes kapcsolati háló 9. évfolyamra kapcsolatdúsabb lett (3. ábra). A „részecske” és az „atom” szavakon kívül megjelenik a

felépítésre utaló „több”, „kötés” és „kapcsolódik” asszociáció is. Az *atom* fogalomhoz hasonlóan, a *molekula* fogalom esetén is megfigyelhető az összetétellel, felépítéssel kapcsolatos jellemzők megjelenése 9. évfolyamon.

### Elemmolekula

Bár az elemmolekula hívó szó esetén az átlagos asszociációk száma mindössze 3%-kal (3,0-ról 3,1-re) nőtt, a 4. ábrán látható asszociációs hálók tanúsága szerint a kezdeti, atomokból való felépülés hangsúlyozása helyébe a felépítő atomok „egyfajtasága” lép.



4. ábra. Az „elemmolekula” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

### Vegyületmolekula

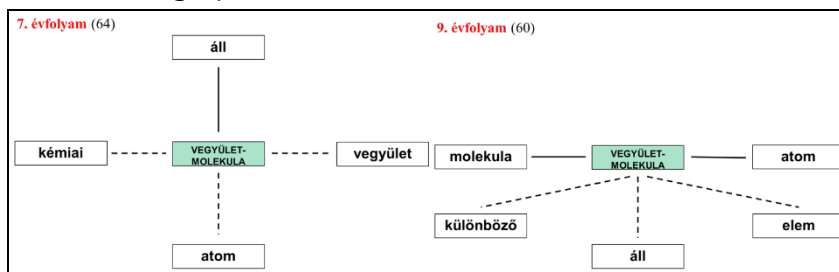
A *vegyületmolekula* esetén az átlagos asszociációk száma 6%-kal (3,2-ről 3,0-ra) csökkent. A kapcsolati hálóknak lényegében csak annyiban térnek el, hogy 9. évfolyamon erőteljesebb lesz a „különbözőség” hangsúlyozása. Úgy tűnik, az *elemmolekula* és a *vegyületmolekula* fogalmak esetén nincs számottevő jelentésgazdagodás 7-9. évfolyam között.

### Ion

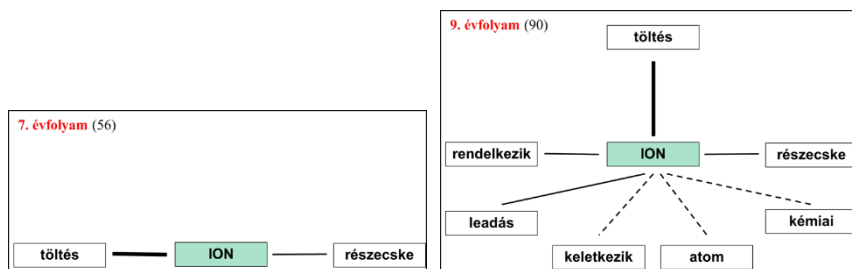
Az *ion* hívó fogalommal kapcsolatos asszociációk átlagos száma 61%-kal (2,8-ről 4,5-re) nőtt 9. évfolyamra. A 6. ábrán látható asszociációs hálóknak tanúsága szerint 7. évfolyamon a „töltés” a meghatározó eleme a fogalomnak, ugyanakkor 9. évfolyamon már megjelennek az ion képződésével kapcsolatos asszociációk is (atom, leadás, keletkezik).



Ezek az asszociációk azonban az *ionnak* az *egyszerű ionnal* történő azonosítását sugallják.



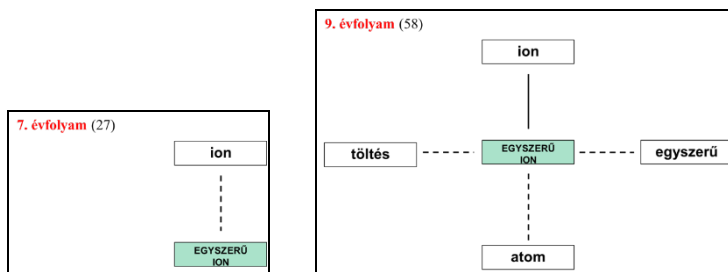
5. ábra. A „vegületmolekula” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).



6. ábra. Az „ion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

### Egyszerű ion

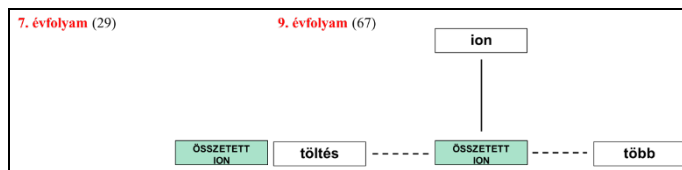
Az egyszerű ion esetében 115%-kal nőtt az átlagos asszociációs szám (1,4-ről 2,9-re) 7-9. évfolyam között. A 7. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a 7. évfolyamosok igazából nem tudtak mit kezdeni ezzel a fogalommal – hasonlóan az összetett ion fogalmával sem. 9. évfolyamon már megjelennek az ionra általában jellemző asszociációk (pl. töltés) mellett az egyedi sajátosságot kifejező szavak is (atom, egyszerű).



7. ábra. Az „egyszerű ion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

### Összetett ion

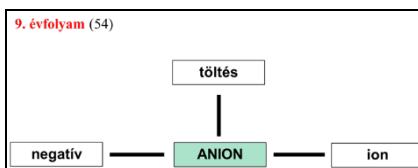
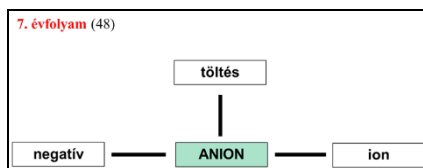
Hasonlóan az egyszerű ionhoz, az *összetett ion* esetében is igen nagy mértékben (131%-kal) nőtt az asszociációk száma: az 1,45-os átlagról 3,35-ra. Láthatóan (8. ábra) a 7. évfolyamos diákoknak nem volt ismerős ez a fogalom, viszont 9. évfolyamra már a legjellemzőbb asszociációk az „ion”, a „töltés” és a „több”.



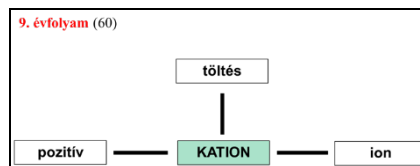
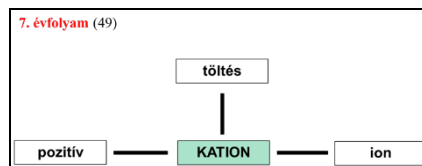
8. ábra. Az „összetett ion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

### Anion és kation

Az *anion* és a *kation* hívó fogalmak esetén mind az egy főre jutó asszociációk száma, mind az asszociációs háló (9-10. ábra) gyakorlatilag megegyezik a két fogalom, illetve a két évfolyam esetében (*anion*: 2,40 és 2,70; *kation*: 2,45 és 3,00).



9. ábra. Az „anion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).



10. ábra. A „kation” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

Úgy tűnik tehát, hogy ez a két fogalom már 7. évfolyamon kellő mértékben megszilárdul.

## Összefoglalás

Kutatásunkban 7. és 9. évfolyamos tanulóknak a kémiai részecskékkel kapcsolatos definícióit (meghatározásait, leírásait) elemeztük a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeivel és módszereivel.

Megállapítottuk, hogy a 7. évfolyamos tanulócsoporthoz kapcsolati hálójában három, egymástól többé-kevésbé elszigetelt fogalomcsoport (*ion – anion – kation*; *egyszerű ion – összetett ion*; *atom – molekula – elemmolekula – vegyületmolekula*) található. A fogalmi fejlődés eredményeként a 9. évfolyamosok kapcsolati hálójában megszűnik ezen fogalomcsoportok elszigeteltsége.

Az egyes hívó fogalmakra kapott asszociációk száma – az *elemmolekula* és a *vegyületmolekula* kivételével – számottevően nő 7-9. évfolyam között. Különösen látványos gazdagodás figyelhető meg az *atom*, *molekula* és *ion* fogalmak esetében. A 7. évfolyamon még szinte ismeretlen *egyszerű ion* és *összetett ion* fogalmak 9. évfolyamra töltődnek meg tartalommal. Ugyanakkor a *kation* és *anion* fogalmak már 7. évfolyamon kialakulnak, és lényegében változatlanok maradnak 9. évfolyamban is.

Eredményeink azt mutatják, hogy a hipotézisünk helyes volt, lehet alkalmazni a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeit és módszereit definíciók, rövid meghatározások elemzésére is.

## Irodalom

- Altıparmak, M. és Yazıcı, N. N. (2010): Easy biotechnology: Practical material designs within team activities in learning biotechnological concepts and processes. *Procedia Social Behavioral Sciences*, 2. 4115–4119.
- Armagan, F.Ö. (2016): Cognitive structures of elementary school students: What is science? *European Journal of Physics Education*, 6. 2. sz. 54–73.
- Cardellini, L. (2008): A note on the calculation of the Garskof-Houston relatedness coefficient. *Journal of Science Education*, 9. 1. sz. 48–51.
- Cardellini, L. és Bahar, M. (2000): Monitoring the learning of chemistry through word association tests. *Australian Chemistry Resource Book*, 19. 59–69.
- Chachapuz, A. F. C. és Maskill, R. (1987): Detecting changes with learning in the organization of knowledge: use of word association test to follow the learning of collision theory. *International Journal of Science Education*, 9. 491–504.
- Daru K. és Tóth Z. (2014a): Óvodások időjárással kapcsolatos szóasszociációinak elemzése. In Kozma T. és Juhász E. (szerk.): *Oktatóskutatás határon innen és túl*. Belvedere Meridionale, Szeged. 39–57.
- Daru K. és Tóth Z. (2014b): A szóasszociációs módszer alkalmazhatósága óvodások időjárással kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálatára. In Bárdos J., Kis-Tóth L. és Racsko R. (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban*. Líceum Kiadó, Eger. 51–62.
- Derman, A. és Eilks, I. (2016): Using word association test for the assessment of high school students' cognitive structure on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17. 4. sz. 902–913.
- Ercan, F., Tasdere, A. és Ercan, N. (2010): Observation of cognitive structure and conceptual changes through word association tests. *Journal of Turkish Science Education*, 7. 155–157.
- Garskof, B. E. és Houston, J. P. (1963): Measurement of verbal relatedness: An idiographic approach. *Psychological Review*, 70. 3. sz. 277–288.
- Gulacar, O., Sinan, O., Bowman, C.R. és Yildirim, Y. (2015): Exploring the changes in students' understanding of the scientific method using word associations. *Research in Science Education*, 45. 717–726.

- Hovardas, T. és Korfiatis, K. J. (2006): Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. *Journal of Learning and Instruction*, **16**. 416–432.
- Isa, A. M. és Maskill, R. (1982): A comparison of science word meaning in the classrooms of two different countries: Scottis integrated science in Scotland and in Malaysia. *British Journal of Educational Psychology*, **52**. 188–198.
- Karatekin, K., Topcu, E és Aydinli, B. (2016): The determination of cognitive structure of candidate teachers about energy centrals. *International Electric Journal of Environmental Education*, **6**. 2. sz. 76–91.
- Kádár A. és Farsang A. (2012): *Általános és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei.* [geography.hu/mfk2012/pdf/Kadar\\_Farsang.pdf](http://geography.hu/mfk2012/pdf/Kadar_Farsang.pdf) (Letöltés 2013. 03. 23.)
- Kluknavszky Á. és Tóth Z. (2009): Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Pedagógia*, **109**. 4. sz. 321–342.
- Kostova, Z. és Radoynovska, B. (2008): Word association test for studying conceptual structures of teachers and students. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, **2**. 2. sz. 209–231.
- Kostova, Z. és Radoynovska, B. (2010): Motivating students' learning using word association test and concept maps.. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, **4**. 1. sz. 62–298.
- Ludányi L. (2008): *A tanulók kémiai részecskékkal kapcsolatos fogalmi rendszere.* Doktori (PhD) értekezés- (Témavezető: Dr. Tóth Z.), Debreceni Egyetem, Kémia Doktori Iskola, Debrecen, 141 oldal.
- Malmos E. és Revákné Markóczi I. (2015): Biológia fogalmakhoz kapcsolódó tévképzetek vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Iskolakultúra*, **25**. 5-6. sz. 190–199.
- Malmos E., Jász E. és Revák-Markóczi I. (2017): Using a word association method to assess knowledge structure of renewable energy sources at primary level. *Journal of Science Education*, **18**. 109–113.
- Nakiboglu, C. (2008): Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, **9**. 309–322.
- Revák-Markóczi I., Jász E., Kovács E., Teperics K., Visi-Ütő J. és Máth J. (2019): Primary and secondary school students' knowledge related to renewable energy and some of its influencing factors. *Journal of Baltic Science Education*, **18**. 6. sz. 924–942.

- Sendur, G., Özbayrak, Ö. és Uyulgan M.A. (2011): A study of determination of pre-service chemistry teachers' understanding about acids and bases. *Procedia Computer Science*, **3**, 52–56.
- Sójáné Gajdos G. és Tóth Z. (2017): Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, **72**, 2. sz. 44–49.
- Timur, S. (2012): Examining cognitive structures of prospective preschool teachers concerning the subject „force and motion”. *Educational Sciences: Theory & Practice*, Special issue, Autumn, 3039–3049.
- Tóth Z. és Sójáné Gajdos G. (2012): Tanulócsoporthok energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Középiskolai Kémiai Lapok*, **39**, 1. sz. 58–69.
- Yildirim, H.E. és Demorkil, H. (2018): Revealing students' cognitive structure about physical and chemical change: use of a word association test. *European Journal of Educational Studies*, **4**, 1. sz. 134–153.

**Dobóné Tarai Éva**

## **Távoktatás után – középiskola előtt**

A Covid okozta pandémia rendkívüli intézkedéseket követelt, amelyek nem kerültek el az iskolákat sem. A digitális oktatás minden szereplő számára nagy kihívást jelentett, hiszen még abban a szerencsés esetben is, ha a tárgyi feltételek rendelkezésre álltak, csak nagyon kevesen rendelkeztek / rendelkeznek megfelelő digitális módszertani felkészültséggel.

Ilyen hosszú iskolabezárásokra csak háborúk és természeti katasztrófák miatt kerül sor. A hosszú távú hatásokat vizsgálva *Andrabi és mtsai* (2020) arra a megállapításra jutottak, hogy a bezárásokat elszenvedő diákok olyan tanulási veszteséget halmoznak fel, ami akár évtizedek múlva is negatívan befolyásolja a munkaerőpiaci esélyeiket. Az UNESCO adatai szerint világszerte 1,5 milliárd diák kényszerült online oktatásra 2020 tavaszán, ami rendkívüli terheket rótt a tanulókra, a családokra és a tanárookra is. A McKinsey intézet kutatásai szerint (2022. 01. 31.) a világ diákjai nyolc hónapnyi lemaradásban vannak a pandémia nélküli szinthez képest. Magyarországon négy-hat hónapra becsülik ezt az értéket. Ugyanakkor tudott, hogy már tíznapnyi kiesés után is statisztikailag kimutathatóan gyengébben teljesítenek a tanulók diszciplináris, alkalmazási és gondolkodást mérő teszteken is (*Burgess, Sieverten, 2020.*)

Hazai mérési eredményekről számolnak be *Molnár és mtsai.* (2020). Második osztálytól nyolcadikig vizsgálták a tanulók matematika, olvasás-szövegértési és természettudományok területét érintő teljesítményét mindhárom dimenzióban. 2020-ban szinte minden évfolyamon mérhetően gyengébb eredmények születtek a 2018-as és 2019-es eredményekhez képest.

Ezek után egy kémia tanárban jogosan vetődik fel a kérdés, hogy érzékelhető-e ez a tudásbeli kiesés a kémia tantárgyat illetően, ráadásul úgy, hogy az online oktatás miatti lemaradás az égető szaktanárhiánnyal is párosul, különösen az általános iskolákban.

## **Tervek, választások, mindenki a rajtvonalon**

2022. szeptember 1-én egy különleges korosztály kezdte meg a középiskolai tanulmányait. Ők azok a diákok, akik az elmúlt két évben úgy kezdtek ismerkedni a kémia tantárggyal, hogy a tanóráik jelentős hányada az online térben zajlott.

Vizsgálataimban arra voltam kíváncsi, hogy a különböző tagozatokra jelentkező diákok előzetes kémiatudásában megfigyelhető-e valamilyen különbség, és hogy a kémiatagozatra jelentkezők esetében mennyire befolyásolja a teszten elért eredményt a vélhetően erősebb motiváció.

Arra a kérdésre is szerettem volna választ kapni, hogy a látott vagy elvégzett kísérletek száma, valamint a szaktanár jelenléte vagy hiánya befolyásolta-e a tantárgyi ismeretek elsajátítását és megértését vagy összefüggésbe hozható-e a tévképzetek megjelenésével, típusaival és számával.

A vizsgálat részét képezte a kémia tantárgy és a kémia tudomány fontosságának és hasznosságának társadalmi és egyéni megítélése, illetve az erről alkotott vélemény.

Mivel a Covid-19 felbukkanása váratlanul és felkészületlenül érte a kutatót, nem állnak rendelkezésemre olyan adatsorok a járvány előtti időszakból, amelyek lehetővé tennék az eredmények összehasonlítását. Másrészt az elmúlt években annyi negatív hatás érte a közoktatást, ezen belül különösen a kémiaoktatást, hogy ez a mérés nem alkalmas a hatások egyenkénti vizsgálatára. Mindezek miatt ez a tanulmány inkább egy pillanatnyi állapotfelmérés az érintett korosztály egy kisebb csoportjára vonatkozóan.

### **A vizsgálat körülményei**

Az adatgyűjtéshez felhasznált feladatlapot 100 diák töltötte ki. Közülük 14-en 2022 őszén a tizedik évfolyamot kezdték, a többiek a kilencedik évfolyam humán, speciális matematika, illetve biológia-kémia tagozatos osztályainak tanulói. A mintavétel nem reprezentatív, hiszen egyetlen intézmény tanulói voltak az adatközlők, de a vizsgálat eredményei személyes kutatói kíváncsiságom kielégítésén túl talán szélesebb körű érdeklődésre is számot tarthatnak.

A feladatlap 12 kérdést tartalmazott. Közülük három a szaktárgyi tudást vizsgálta, öt alkalmazásszintű, négy pedig gondolkodtató feladat volt.

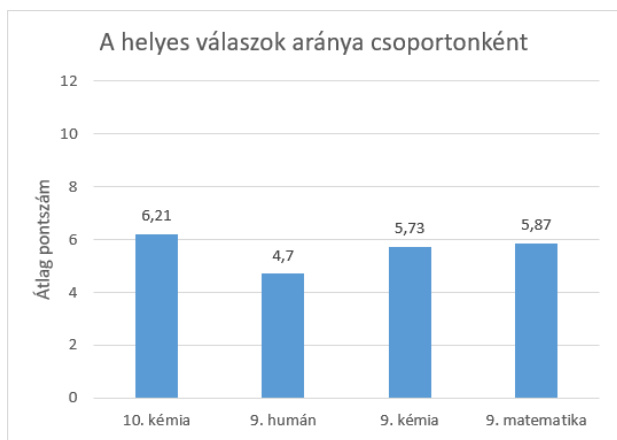


Háttérváltozókként az előző évi heti kémia óraszám, a szaktanári jelenlét, a megtartott vagy elmaradt kémiaórák aránya, az elvégzett vagy demonstrációs kísérletként látott kísérletek száma, kémia iránti attitűd, szaktárgyi eredmény és a kémia fontosságának egyéni és társadalmi megítélése szerepelt.

Az adatok digitalizálása után tartalmi és statisztikai elemzések következtek.

## Eredmények

Elsőként az egyes csoportok átlagteljesítményét hasonlítottam össze. A tizedik évfolyam adatait kontrollként használtam a többi csoporthoz képest. Érettségben és tantárgyi tudásban is a többiek előtt járnak, ahogyan az 1. ábrán látható. A csoportokat páronként összehasonlítva két esetben adódott a diákok teljesítménye között szignifikáns különbség: a humán tagozatúakhoz képest a matematika tagozatos diákok érték el jobb eredményt ( $t = 3,33$ ,  $p = 0,004$ ), míg a humán tagozatúak és a tizedikes kémia tagozatúak közül az utóbbiak ( $t = 2,828$ ,  $p = 0,007$ ).



1. ábra. A feladatlapon nyújtott teljesítmények átlaga csoportonként

Feladatonként:

1. kérdés: A következő molekulapárok közül melyik tartalmaz több atomot molekulánként?

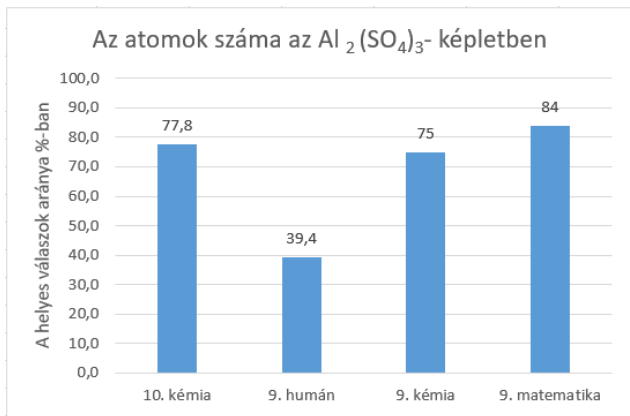
A)  $H_2O$ , B)  $H_2O_2$ .

A helyes, B) választ szinte mindenki megtalálta. Összesen hatan gondolták úgy, hogy a vízben van több atom. Feltehetően az a téves elgondolás állhat a háttérben, ami szerint a vegyületek képletében szereplő indexszámok vegyületté összekapcsolódó molekulákat jelölnek. Pl. a hidrogén-peroxidban egy hidrogénmolekula és egy oxigénmolekula „tapad össze”, ezért egyetlen atom sincs benne, hiszen két molekulából áll.

2. kérdés: Összesen hány atom szerepel a következő képletben:  $Al_2(SO_4)_3$ ?

A) 3, B) 5, C) 17.

A helyes, C) válasz megtalálása statisztikailag kimutathatóan kevésbé sikerült a humán beállítottágú diákoknak ( $\chi^2 = 22,005$ ,  $df = 6$ ,  $p = 0,001$ ). (2. ábra) Nem pontosan ismerik és értik a kémiai szimbólumok jelentését, és a tisztázatlan atom- és ionfogalom miatt szinonimaként használják a két kifejezést.



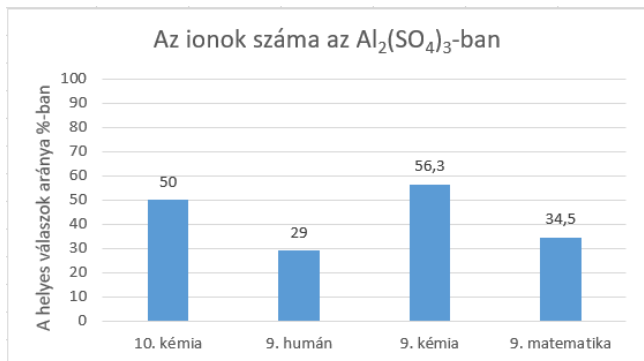
2. ábra. A vegyületben szereplő atomok számának megállapítása a képlet alapján

3. kérdés: Hány mól ion van összesen a következő képlettel megadott vegyület 1 móljában:  $Al_2(SO_4)_3$ ?

A) 2, B) 3, C) 5.

A helyes válasz az 5 mól. Az előbbi kérdéshez sok tekintetben hasonló feladat megoldása a kémia jelrendszer és az atom- és ion fogalmának

pontosabb ismeretét várta el a diákoktól (3. ábra). A kémia tagozatra felvettek teljesítettek a legjobban, de az egyes csoportok eredménye között nincs statisztikailag értelmezhető különbség.



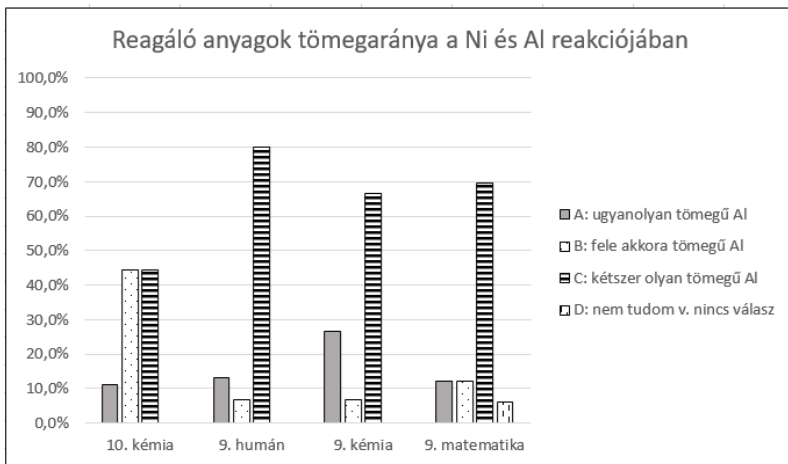
3. ábra. A vegyületben szereplő ionok számának megállapítása a képlet alapján.

4. kérdés: A nikkelt moláris tömege kb. kétszerese az alumínium moláris tömegének. Reakciójukat a következő egyenlettel írhatjuk le:  $\text{Ni} + \text{Al} = \text{NiAl}$ . Hozzávetőlegesen milyen tömegarányban kell a reagenseket alkalmaznunk?

- A) Ugyanolyan tömegű alumíniumot kell vennünk, mint nikkelt.
- B) Fele akkora tömegű alumíniumot kell vennünk, mint nikkelt.
- C) Kétszer olyan tömegű alumíniumot kell vennünk, mint nikkelt.

A helyes, B) választ látványosan többen találták meg a tizedik évfolyamon, mint a fiatalabbak. A statisztikailag is mérhető különbség ( $\chi^2 = 19,907$ ,  $df = 9$ ,  $p = 0,018$ ) vélhető oka részben a természetes érettség, másrészt az egy tanévnyi magasabb óraszámú kémiaoktatás lehet. Érdekes megfigyelni a 4. ábrán, hogy a C) választ milyen nagy arányban választották a diákok minden csoportban. Ennek a döntésnek a hátterében egy „p-prím” (fenomenológiai primitív) állhat, egy olyan gondolkodási séma, ami a probléma alapos átgondolása helyett egy más szituációban már jól vizsgázó, gyors választ húz elő. Ha a nikkelt tömege kétszerese az alumíniuménak, akkor az 1:1 arányú reakcióhoz kétszer

annyi alumíniumot kell venni. Csakhogy itt a mólarányoknak kell egyenlőnek lenniük, nem a tömegarányoknak.

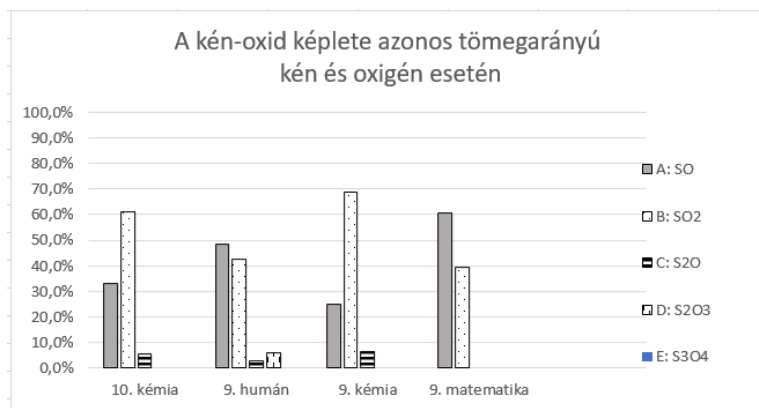


4. ábra. A reagáló anyagok tömegaránya a nikkell és az alumínium reakciójában

5. kérdés: Egy vegyület tömegének 50%-át kén és 50%-át az oxigén adja. Melyik képlet írja le helyesen a vegyület összetételét?

A) SO, B) SO<sub>2</sub>, C) S<sub>2</sub>O, D) S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, E) S<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

A helyes válasz a B), aminek megtalálásához a tömegarányok és a mólarányok fogalmának pontos ismeretére lett volna szükség, valamint a kémiai szimbólumok jelentésében és alkalmazásában való nagyobb fokú jártasságra. Az 5. ábrán látható, hogy a kilencedik évfolyam kémia tagozatos diákjainak közel 70%-a adott helyes választ és a tizedikes, tagozatos diákoknál is nagyobb arányban adták meg a SO<sub>2</sub>-ot, mint a szintén népszerű SO választ. A kérdés tartalmi részét illetően az előző feladathoz hasonlóan itt is a mólarányok és tömegarányok közötti különbség megértése és a kémiai szimbólumrendszer szabályainak ismerete vezetett el a jó megoldáshoz.



5. ábra. A kén-oxid képlete azonos tömegarányú kén és oxigén esetén

Mivel a felmérés idején még egyik évfolyam sem tanult szerves kémiai, csak a nyolcadik osztályból hozott tudásukra építhettek. A kémia tagozatúak jobb teljesítménye mögött az a feltételezett tény állhat, hogy a kémia iránti elkötelezettségük miatt nagyobb motivációval tanulták a kémiát és így alaposabb és mélyebb ismeretekkel rendelkeznek. Ezt a feltételezést a statisztikai elemzések is igazolták. A humán tagozatra felvett diákok kémia irányában megmutatkozó attitűdje (érthető módon) szignifikánsan kisebb, mint akár a kilencedikes, akár a tizedikes kémia tagozatúaké.

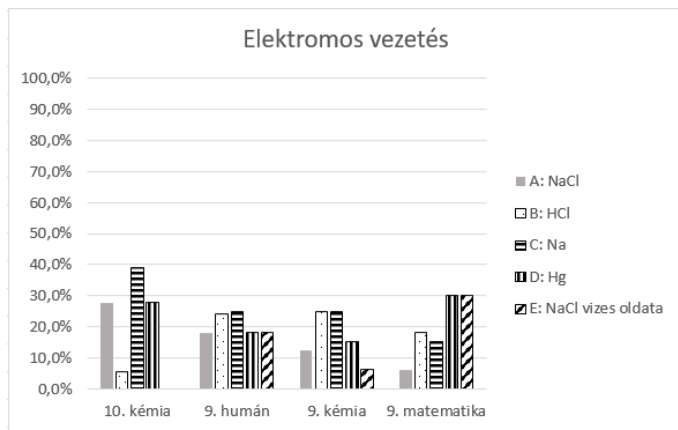
6. kérdés: Elektromos vezetése tiszta, cseppfolyós állapotban igen rossz:

A) NaCl, B) HCl, C) Na, D) Hg, E) NaCl vizes oldata

A helyes válasz a B): HCl. Az eredmények alapján mindegyik vizsgált csoportban a tanulók legalább 15%-a azt gondolja, hogy a folyékony higany és a folyékony nátrium rossz áramvezető. Aggasztó, hogy a kilencedikes matematika tagozatúak nem tudják, hogy a sóoldat vezet az áramot.

Az elektromos vezetés szabad, töltéssel rendelkező részecskék elmozdulásaként valósul meg, hiányzó vagy pontatlanul rögzült természettudományos fogalom. Meglepő módon a nem kémia tagozatú csoportok jelölték meg nagyobb arányban a hidrogén-kloridot. Nem feltétlenül annak a tudásnak a birtokában, hogy a hidrogén-klorid molekularácsos anyag és folyékony halmazában is csak semleges

molekulákat tartalmaz. Feltételezem, hogy kizárásos alapon hozták meg ezt a döntést. A csoportok válaszait chí-négyzet-próbával elemezve szignifikáns különbség mutatkozott ( $\chi^2 = 21,806$ ,  $df = 12$ ,  $p = 0,04$ ) a csoportok között.



6. ábra. Melyik anyagi halmaznak a legrosszabb az elektromos vezetése tiszta, cseppfolyós állapotban?

7. kérdés: Hogyan lehet kinyerni a cukrot és a vizet egy cukor-víz keverékből (cukoroldatból): A) szűréssel, B) desztillálással, C) kristályosítással? Melyik módszer vagy módszerek használhatók?

Csak az A)

Csak a B)

Csak a C)

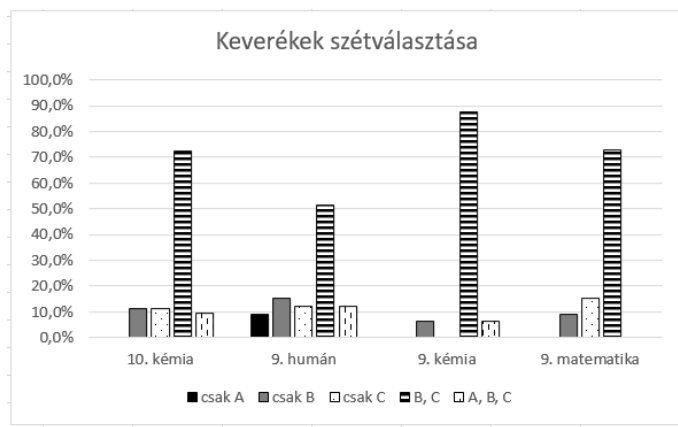
B és C)

A), B), és C)

A feladat kifejezetten a gyakorlati tapasztalatokra épít. A négy csoport között a válaszaik alapján nincs statisztikai különbség ( $\chi^2 = 17,808$ ,  $df = 15$ ,  $p = 0,273$ ). Meglepő módon a humán tagozatos diákok választották legnagyobb arányban a helyes választ: B), csak desztillációval lehet a cukoroldatból a cukrot is és a vizet is kinyerni. Minden csoportban nagy arányban választották a B) és C) lehetőséget, a desztillálással és kristályosítással módszereket. Ők eltévesztették a kristályosítás vagy a

bepárlás egy fontos mozzanatát, miszerint az oldószer akadály nélkül távozik a rendszerből, és bepárláskor nincs törekvés az oldószer felfogására és összegyűjtésére. A humán tagozatos diákok közel 10%-a a szűrést is elképzelhető módszernek tartja. Nyilvánvalóan ők nincsenek tisztában a szűrés elvi lényegével és nincsenek ez irányú tapasztalataik illetve hétköznapi tevékenységekkel való párhuzamba állításra sem képesek.

Nehéz értelmezni a válaszok arányát az egyes tanulócsoportokban. A humán tagozatra érkezők több, mint 60%-a, a kémia tagozatra érkezőknek pedig több, mint 50%-a nem végzett tanulókísérleteket az általános iskolában. A tanári bemutató kísérletek tekintetében pedig a humán tagozatúak 21%-a, a kémiatagozatra érkezők 19%-a nem látott ilyeneket. Mégis a humán tagozatúak adták – ha nem is sok, de arányaiban legtöbb helyes választ. A mérés nem reprezentatív, inkább egy pillanatfelvétel egy adott, speciális pedagógiai helyzetről.



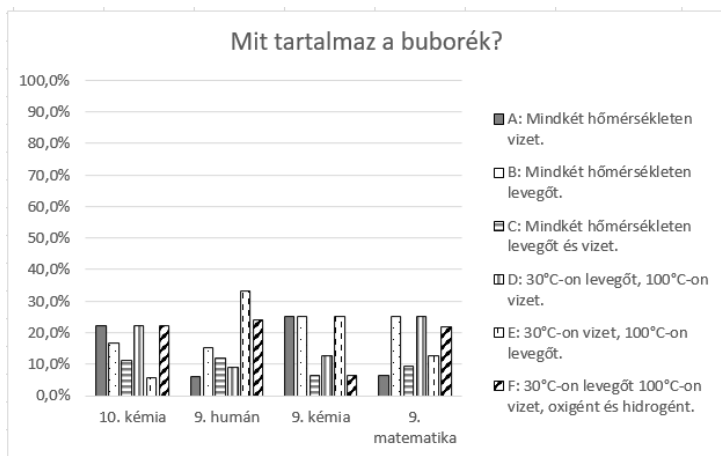
7. ábra. A keverékek szétválasztásának lehetséges módszerei

**8. kérdés:** Két edényben víz van, az egyiket 30 °C-ra, a másikat 100 °C-ra melegítettük fel. Mindkét esetben buborékok figyelhetők meg a vízben. Milyen anyagot (anyagokat) tartalmazhatnak ezek a buborékok?

- A) Mindkét hőmérsékleten vizet.  
 B) Mindkét hőmérsékleten levegőt.

- C) Mindkét hőmérsékleten levegőt és vizet.  
 D) 30 °C-on levegőt, 100 °C-on vizet.  
 E) 30 °C-on vizet, 100 °C-on levegőt.  
 F) 30 °C-on levegőt, 100 °C-on vizet, oxigént és hidrogént.

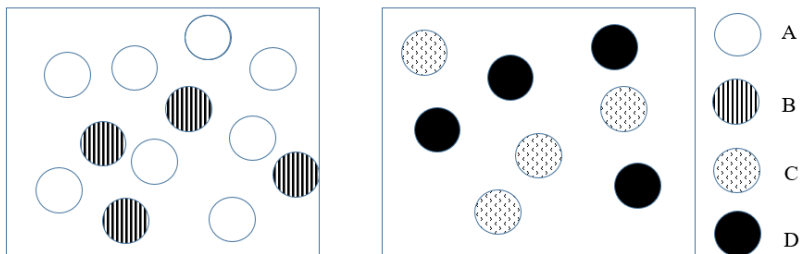
Ebben a feladatban a D) válasz volt a helyes megoldás. A tanulóknak két ismeretet kellett mozgósítani a sikeres válaszhoz: 1. a levegő kismértékben oldódik vízben, de az oldhatósága a hőmérséklet emelkedésével csökken, kipárolog (buborékol) a vízből; 2. A forráspont definíció szerint az a hőmérséklet, amikor már a folyadéktest belsejében is megjelennek a folyadék részecskéit tartalmazó buborékok. A kérdés nehéznek bizonyult, mindegyik csoport esetében minden lehetőséget választotta valaki (8. ábra). A tizedikesek és a matematika tagozatos kilencedikesek voltak a legsikeresebbek a helyes válasz megtalálásában, de mindkét csoport esetében ez alig több mint 20%, tehát a tanulók zöme nem érti pontosan a fenti jelenségeket. Különösen figyelemre méltó, hogy a kémia tagozatos kilencedikesek kivételével mindhárom másik csoportban 20%-nál többen gondolják, hogy a 100 °C-os vízben keletkező buborékokban víz, oxigén és hidrogén is van. Feltételezhető az a tévképzet, hogy elképzelésük szerint ezen a hőmérsékleten a vízmolekulák alkotó elemeikre bomlanak.



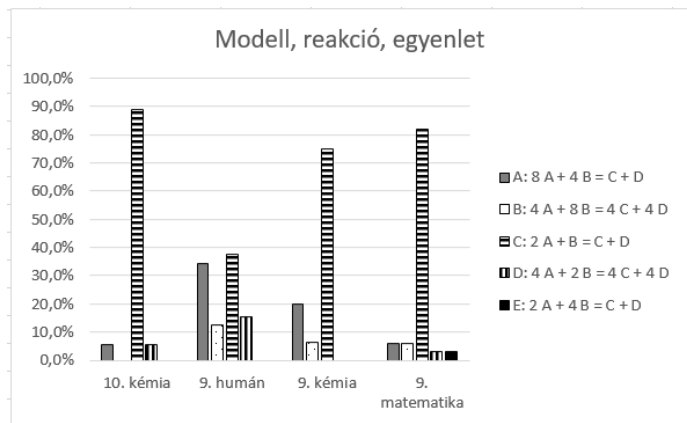
8. ábra. Milyen anyagokat tartalmaz a buborék?



9. kérdés: Melyik egyenlet fejezi ki legjobban az ábrán bemutatott reakciót?



- A)  $8 A + 4 B = C + D$   
 B)  $4 A + 8 B = 4 C + 4 D$   
 C)  $2 A + B = C + D$   
 D)  $4 A + 2 B = 4 C + 4 D$   
 E)  $2 A + 4 B = C + D$



9. ábra. Kémiai reakciót bemutató modell leírása reakció egyenlettel

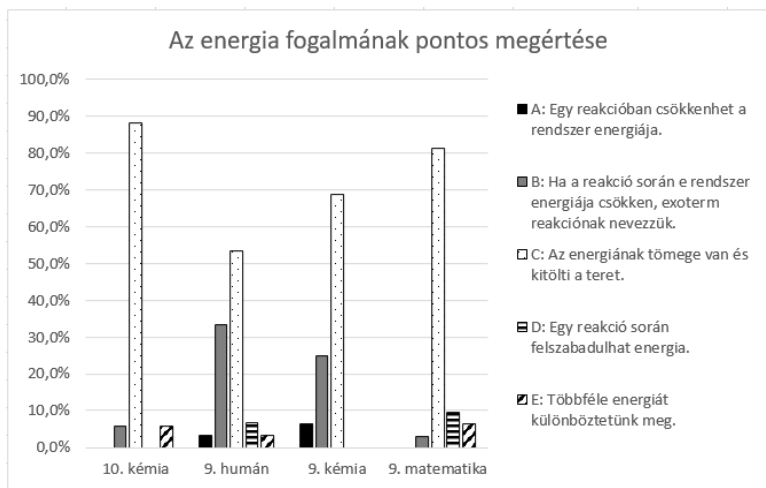
Az ábra értelmezése és a modellszintnek a szimbólum szinttel való összekapcsolása egy bizonyos fokú érettséget és absztrakciós készséget igényel. A 9. ábrán látható megoszlások elég beszédesek. Egyértelműen látszik, hogy a kémia tagozatúak, akár már egy éve emelt óraszámú tanulóknak is, akár új belépőként, de a kémia irányában

elkötelezetten, nagy valószínűséggel megtalálták a helyes választ, a C) jelű egyenletet. A matematika tagozatúak jó eredménye is érthető, hiszen az elvont gondolkodás nem áll tőlük távol. A humán csoport viszonylag nagy arányban választott egyéb lehetőségeket is. Elmondásuk szerint ilyen mélységekig nem jutottak el eddigi tanulmányaik során. Voltak, akik egyáltalán nem találkoztak a kémia szimbólumrendszerével vagy csak minimális mértékben. Az egyenletrendezés szabályairól is csak kevesen hallottak, vagy ha igen, kívül esett az érdeklődési körükön, ezért nem fordítottak rá annyi figyelmet, hogy próbálják megérteni. A statisztikai számítások is igazolják ezeket a különbségeket ( $\chi^2 = 25,863$ ,  $df = 12$ ,  $p = 0,011$ ).

10. kérdés: Melyik állítás hibás az energiával kapcsolatban?

- A) Egy reakcióban csökkenhet a rendszer energiája.
- B) Ha a reakció során a rendszer energiája csökken, exoterm reakciónak nevezzük.
- C) Az energiának tömege van és kitölti a teret.
- D) Egy reakció során felszabadulhat energia.
- E) Többféle energiát különböztetünk meg.

Az energia fogalmának pontos nem megértése számos tévképzet forrása. Sokan anyagként értelmezik, és különböző anyagokként tekintenek egy hideg és egy meleg tárgyra. Mások szerint a hő egy testhez kötődik, és áramlásszerűen terjed egyik anyagról a másikra. A test aktuális hideg vagy meleg voltát az adott anyag természetes tulajdonságának tekintik. A melegebb tárgyat nehezebbnek gondolják, mert melegítéskor hőt adunk hozzá (*Erickson és mtsai, 1985*). Nehéz elfogadni és megérteni az exoterm-endoterm reakciópárok esetében a rendszerközpontú szemléletmódot, valamint a kötések kialakulása és felszakadása és a reakciót kísérő energiaváltozások közötti kapcsolatot (*Baker és Miller 2000*).

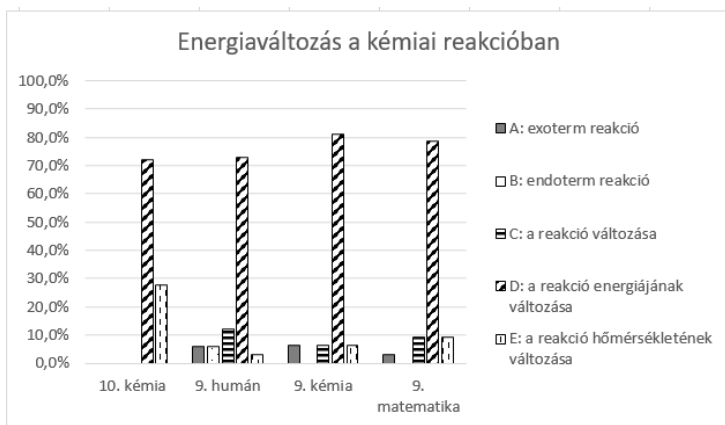


10. ábra. Az energia fogalmának pontos megértése

A válaszadók nagy része, mindegyik csoportban megtalálta a helyes C) választ, de itt is látható, hogy a humán tagozatúak kisebb arányban válaszoltak helyesen, mint a többi osztályba járók. Az is feltűnő, hogy esetükben népszerű volt a B) választása. Ez egyszerűen a szaktárgyi tudás hiányát jelzi, nem rögzült pontosan a fogalom. Az a tény, hogy a kilencedikes kémia tagozatúak kivételével minden csoportban többen hibásnak gondolják az állítást, hogy többféle energia létezik, tévképzetek jelenlétére utal.

**11. kérdés:** Egy reakcióban a kiindulási anyagok és a termékek energiájának különbségét úgy hívjuk, hogy

- A) exoterm reakció
- B) endoterm reakció
- C) a reakció változása
- D) a reakció energiájának változása
- E) a reakció hőmérsékletének változása

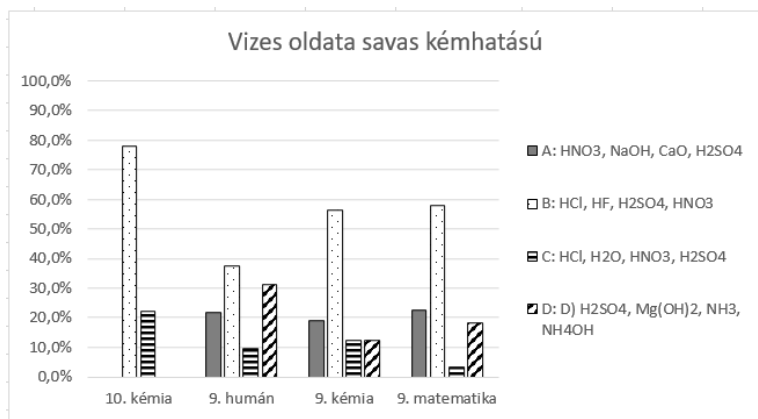


11. ábra. A reakcióhő fogalma

Mindegyik vizsgált csoportban nagy arányban (70 %-nál többen) találták meg a tanulók a helyes D) választ (11. ábra). Ugyanakkor azonban érdemes megfigyelni, hogy az E) lehetőség is mindegyik csoportnál fölmerül. Viszonylag gyakori tapasztalat, hogy a diákok közül nem mindenki érti a hő(energia) és a hőmérséklet közötti különbséget és kapcsolatot, és gyakran egymás szinonimájának tekintik a két fogalmat (Bodner, 1991). A tizedikesek közel 30%-ánál jelentkezik ez a válasz. Feltehetően éppen egy fogalmi váltás közben érte őket a felmérés. Valamilyen, még nem teljesen tisztázott vagy pontatlanul megértett fogalom okozhatja a téves elgondolást.

12. kérdés: Melyik sor tartalmazza olyan anyagok képletét, amelyeket vízben oldva savas kémhatású lesz az oldat?

- A)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- B)  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$
- C)  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- D)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$



12. ábra. Vizes oldatuk savas kémhatású

A tizedik évfolyam válaszaik meggyőzően magabiztosak, közel 80%-uk választotta ki helyesen a csak savak képletét tartalmazó B) sort. A másik válaszuk a C) jelű volt, ahol a víz is szerepelt a felsorolásban. Valóban, a tizedikesek túl az általános kémiai tanulmányaikon, már ismerik a víz amfoter tulajdonságát, de a helyes válaszadáshoz pontosabb szövegértés is szükséges lett volna. Mindhárom másik csoportban is legnagyobb arányban a helyes választ jelölték meg a válaszadók, de a másik két lehetőség is sok szavazatot kapott. Esetükben a diszciplináris tudás hiányzott, jellemzően ismét a humán tagozatúak mutattak kisebb jártasságot a képletek jelentésének értelmezésében.

### **Ok és okozat – Eredmények és összefüggéseik a háttérváltozókkal**

A vizsgálat egyik célja, adatokat gyűjteni a középiskolába lépő diákok kémiai előismereteiről. A másik: megérteni, hogy vajon hogyan befolyásolják a kémia tantárgyi eredményeket és szaktudást a külső, iskolai körülmények és a belső tényezők.

A 12 feladatlapból álló kérdőívén összesen 12 pontot lehetett szerezni. Egyetlen hibátlan megoldás sem akadt a válaszok között, 11 pont volt a legmagasabb és 2 pont a legalacsonyabb pontszám. Mindegyik csoportot összehasonlítottam a háttérváltozó és a teljesítmény összefüggésében és egyedül a tanári bemutató kísérletek és a teljesítmény kapcsolata esetén találtam szignifikáns összefüggést ( $\chi^2 = 27,19$ ,  $p = 0,04$ ). A teljes mintát tekintve a „mennyire érdeklő a kémia” és a teljesítmény között

nincs kimutatható összefüggés. Ha azonban páronként vizsgáljuk meg a négy csoportot, kiderül, hogy a humán tagozatú diákok teljesítménye esetében mindhárom másik csoporttal szemben statisztikailag kimutatható a különbség.

Vizsgált változópaárok	$r$	szignifikancia szint	A kapcsolat erőssége
Kémiaórák száma – Végzett-e tanulói kísérleteket	0,321	$p = 0,001$	biztos, de gyenge
Kémiaórák száma – A teszten nyújtott teljesítmény	0,233	$p = 0,025$	biztos, de gyenge
Most kémia tagozatos-e? – Kémiaoktatás helyzete az előző iskolájában	-0,22	$p = 0,026$	biztos, de gyenge
Most tagozatos-e? – Végzett-e tanulói kísérleteket az általános iskolában?	0,256	$p = 0,010$	biztos, de gyenge
Kémiaoktatás helyzete az általános iskolájában – Végzett-e tanuló kísérleteket?	-0,391	$p = 0,001$	biztos, de gyenge
Kémiaoktatás helyzete az általános iskolájában – A teszten nyújtott teljesítmény	-0,296	$p = 0,004$	biztos, de gyenge

1. táblázat. A technikai háttérváltozók közötti összefüggések

Egy következő elemzésben a teszten nyújtott teljesítmény és a technikai háttérváltozók (kémia tagozatos-e, az előző tanévekben hány kémiaórája volt hetenként, látott-e bemutató kísérleteket és végzett-e tanuló kísérleteket, volt-e a tanév jelentős részében kémia szakos tanára) között kerestem korrelációt. A várakozásoknak megfelelő irányú kapcsolatokat találtam. A teljes mintára nézve hét változópaár tekintetében tapasztaltam statisztikailag kimutatható összefüggést. Egyértelmű és erős pozitív kapcsolat van az általános iskolai kémiaórák száma és aközött, hogy jelenleg kémiatagozatra jár-e a tanuló ( $r = 0,905$ ,  $p = 0,01$ ). Gyenge kapcsolatokat a következő változópaárok esetében mértem (1. táblázat).

A táblázat adataiból kiderül, hogy azok a diákok választották a kémia tagozatot vagy a nem kémia tagozatúak közül azok értek el jobb eredményt a teszten, akik az általános iskolában heti két órában tanultak kémiát, ahol a tanév jelentős részében volt szakos kémiatanár, nem maradt el jelentős számban kémiaórájuk, és ha végezhettek tanulói kísérleteket. A szubjektív változók közötti összefüggések közül a statisztikailag igazolható kapcsolatokat mutatja be a 2. táblázat.

Vizsgált változópárok	$r$	szignifikanciaszint	A kapcsolat erőssége
Tesztben nyújtott teljesítmény - Mennyire érdeklis a kémia?	0,243	$p = 0,019$	biztos, de gyenge
Tesztben nyújtott teljesítmény - Mennyire szereti a kémiatananyagot?	0,214	$p = 0,04$	biztos, de gyenge
Mennyire érdeklis a kémiai ismeretek? - Számára mennyire fontos a kémia?	0,678	$p = 0,000$	közepes, jelentős
Mennyire érdeklis a kémia? - Társadalmi szempontból mennyire tartja fontosnak?	0,339	$p = 0,001$	biztos, de gyenge
Mennyire érdeklis a kémia? - Mennyire szereti a kémia tantárgyat?	0,822	$p = 0,000$	erős
Mennyire fontos számára a kémia? - Társadalmi szempontból mennyire tartja fontosnak?	0,390	$p = 0,000$	biztos, de gyenge
Számára mennyire fontos a kémia? - Mennyire szereti a kémiát?	0,702	$p = 0,000$	erős
Társadalmi szempontból mennyire tartja fontosnak a kémiát? - Mennyire szereti a kémia tantárgyat?	0,306	$p = 0,002$	biztos, de gyenge

2. táblázat. A szubjektív háttérváltozók közötti összefüggések

Ahogy az várható volt, a kémia iránti pozitív attitűd a teljesítményben is megmutatkozik és az sem véletlen, hogy akit a kémia érdekel, az általában szereti is, és társadalmi szempontból is hasznosnak és fontosnak ítéli a kémiatananyagot és a kémia tudományt.

## Összegzés

A 2022 szeptemberében felvett adatok elemzése a várakozásoknak megfelelő eredménnyel zárult. A 12, zömében általános kémiai témájú feladatot tartalmazó mérőlap megoldásában azok a diákok bizonyultak sikeresebbnek, akik kémia tagozaton tanulnak. A tagozatválasztásnál szerepet játszhatott az a tény, hogy milyen lehetőségeik voltak megismerni a kémiával, milyen óraszámokban tanulták, volt-e folyamatosan szaktanáruk és láttak-e, végeztek-e kísérleteket. Ha volt elegendő lehetőségük kémiával foglalkozni, akkor nagyobb valószínűséggel alakult ki a tantárgy iránti pozitív attitűd, ami a kémiának az egyéni és társadalmi hasznosságáról alkotott véleményekben is tükröződött.

Tagozattól függetlenül több tévképzetre utaló válasz is született, pl. az energia és a hőmérséklet, a halmazállapot-változások vagy a kémiai szimbólumrendszer megértésével kapcsolatban.

Úgy tűnik, hogy az online oktatás az igazán elszántakat nem tudta eltántorítani a kémiától. A tévképzetek és félreértések típusai hasonlóak a jelenléti oktatás során tapasztaltakhoz. Számszerű összehasonlításra a bevezetőben említett okok miatt nincs lehetőségem.

## Irodalom

Andrabi, T.–Daniels, B.–Das, J. (2020): *Human capital accumulation and disasters: Evidence from the Pakistan earthquake of 2005*. RISE Working Paper Series, 20/039. 9.

Barker, V., Miller, R. (2020): Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171-1200.

<https://doi.org/10.1080/09500690050166742>

Bodner, B. M. (1992): I have found you an argument: the conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students, *Journal of Chemical Education* 68 (5), 385-388.



- Burgess, S. – Sievertsen, H. H. (2020): *Schools, skills, and learning: The impact of COVID19 on education*. <https://voxeu.org/article/impact-covid-19-education> [letöltés ideje: 2022.10.20.]
- Erickson, G., Tiberghien, A. (1985): „Heat and Temperature” in Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A szerk. *Childrens’ Ideas in Science, Milton Keynes: Open University Press*.
- McKinsey (2022): How Covid-19 caused a global learning crisis  
<https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/how-covid-19-caused-a-global-learning-crisis> [letöltés ideje: 2022.10.20]
- Talanquer, V. (2006): Commonsense chemistry: A model for understanding students’ alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83. (5), 8-11.
- Tóth, Z. (2009) Kémiai tévképzetek. *Természet Világa*, 140. (1), 25-27.
- Tóth, Z. (2013): Janus-arcú axiómáink: a p-primek. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 40. (4), 297–304.
- Varga, Júlia (2021): *Tanulási veszteség a covid következtében – szimulációs eredmények*. In: Munkaerőpiaci tükrő, 2020. Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont, ELKH, Budapest, pp. 220-223.

Ludányi Lajos

## Természettudományos alapú döntéshozatalt vizsgáló kérdéssor

### A tudományos döntéshozatali képesség

A tudományos műveltség nem azt jelenti, hogy az illető ismeri a tudományos elméleteket és módszereket, és ezt követően maga is a tudományok aktív művelője lesz. A tudományos műveltség a természettudomány, a társadalom és a humán tudományok közötti összefüggésekre, valamint a tudomány és a technológiai megvalósítás közötti különbségekre fókuszál. A tudományosan művelt egyének a természettudományos ismereteiket, az ott elsajátított érvelést használják tudományos kontextusban; felismerik a tudomány és a társadalom kapcsolatát, valamint a tudomány hozzájárulását a társadalmi problémák megoldásához. A természettudományos oktatás célja nem csupán a diákok lexikális ismereteinek bővítése, hanem az olyan gyakorlati készségek fejlesztése is, mint amilyen például a kritikai gondolkodás képessége, illetve a tudományos érvelési és tudományos alapokon nyugvó döntéshozatali képesség. A tudományos érveléshez, a döntéshozatalhoz szükséges tudás intellektuális készségek összességéként adható meg. Olyan készségek tartoznak ide, mint például egy feladatban a változók felismerése, kezelése; a többváltozós problémák esetén a lehetséges kombinációk előállítása; egy adott probléma megoldására kísérlet vagy teszt tervezése; a kísérleti eredmények értékelését követően az új ismeretek alapján a hipotézis módosítása. Ilyen problémákkal a mindennapok során is szembesülünk, például egy új autó vásárlására készülve, amikor a változók közül nem csak az ár és az állapot kerül előtérbe; vagy aktuális szociális, politikai események helyes megítélése során is előnyösebb, ha a formális érvelés szabályaira hagyatkozunk, mintsem informális módon, bizonytalan premisszákra, előítéleteinkre építkezve hozunk döntést.

### A tudományos döntéshozatali képesség vizsgálata

Annak vizsgálatára, hogy diákjaink a tudományos szintű döntéshozatalban milyen képességekkel rendelkeznek, több teszt is létezik: így a „Group Assessment of Logical Thinking” GALT

(*Roadrangka et al.*, 1982), a „The Test of Logical Thinking” TOLT (*Tobin és Capie*, 1981). De a legelterjedtebb a *Lawson* (1978) munkásságához kötődő „Classroom Test of Scientific Reasoning” (LCTSR), amelyet a szerző alapján csak Lawson-tesztként említenek. A teszt 24 iteme hat alskálát alkotva a következő gondolkodási képességeket méri: tömeg- és térfogatmegmaradás, arányossági gondolkodás, változók kontrollja, valószínűségi gondolkodás, korrelatív gondolkodás, hipotetiko-deduktív gondolkodás. *Lawson* 2000-ben átdolgozta tesztjét, amely így praktikusabbá vált az osztálytermi használatra, és megfelelő akár a 8. osztályos tanulók kognitív fejlettségi szintjéhez is. A teszt tudományos alapját Piaget elmélete jelenti, ezért tradicionális szempontból megjelennek benne az eredeti piaget-i feladatok. Magyarországon 2018-ban vizsgálták a teszttel a 9. és 10.-es diákok természettudományos gondolkodását (*Orosz és Korom*, 2019).

### **Piaget kognitív fejlődési elmélete**

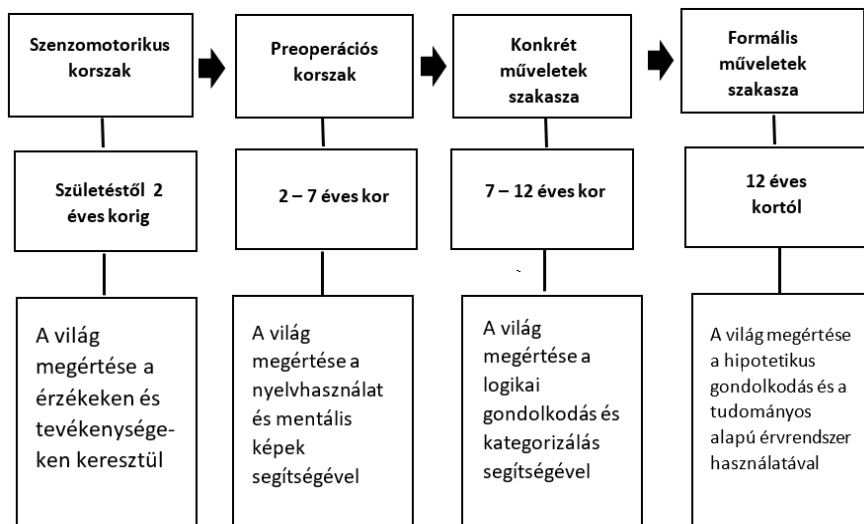
A gyermekek kognitív fejlődéséről szóló piaget-i elképzelés (*Piaget*, 1952) nagy hatással volt a pszichológusok és oktatással foglalkozó kutatók nézeteire. Az elmélet meglehetősen tág területet ölel fel, a születéstől kezdve serdülőkoron át próbálja értelmezni a nyelvvel kapcsolatos fogalmak, a memória, a tudományos érvelés és az erkölcsi fejlődés lépcsőfokait.

Elméletének alapvetése volt, hogy a gyerekek saját maguk építik fel a tudásrendszerüket a mindennapok során bekövetkező élményeikre, tapasztalataikra alapozva, nem szükséges hozzá a nagyobbak vagy a felnőttek hatása. Gyerekkorban a tanulás igénye belülről fakad, a világ megismerésének és magyarázatának a vágya hajtja, és nincs szükség motivációként a felnőttektől jövő jutalmazásra. A testi fejlődés kölcsönhatásban van a neveléssel, ezért az agy és a test növekedésének, az érzékelés finomodásának, a tanulás iránti fogékonyságnak egy adott fokánál lehet csak megtanítani bizonyos dolgokat. Ennek értelmében Piaget szerint a gyermekek intellektuális fejlődése négy – korosztályilag jól behatárolható – szakaszon keresztül történik meg (1. ábra). Ezekben közös, hogy minden esetben minőségi változás következik be a gondolkodásban; az átmenet a magasabb szintre nem szükségszerűen folytonosan történik meg; és a szakaszok sorrendje minden ember számára ugyanaz, nem hagyható ki egyik sem. Piaget a konkrét és a formális szinten történő gondolkodás különbözőségének érzékel-

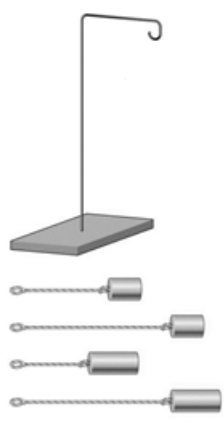
tetésére például a következő nyitott végű kérdést használta: Ha lenne egy harmadik szemünk, azt hová helyeznénk el, és miért oda?

A kilencévesek erre szinte egyöntetűen azt válaszolják, hogy a homlokunk közepére, míg a tizenegy évesek jóval ötletesebbek, mert ott például már megjelenik válaszként, hogy a kezünkre, hiszen akkor például beláthatnánk a kereszteződésekre (Schaffer, 1988). Piaget elméletében nagy szerepet kapott a gyerekek manuális tevékenysége. Ezért az elméleti kérdéseken túl gyakorlati feladatokat is ajánlott annak eldöntésére, hogy egy diák a formális vagy a konkrét szakaszban van-e. Az egyik ilyen, a 2. ábrán látható „ingateszt” néven ismert feladat.

Ennek során a diák két-két különböző hosszúságú és párban különböző tömegű ingát kap, és a feladata meghatározni, hogy az inga lengésideje milyen tényezőktől függ (ingahossz, súly, kitérítés mértéke).



1. ábra. A Piaget-féle kognitív fejlődés négy szakasza

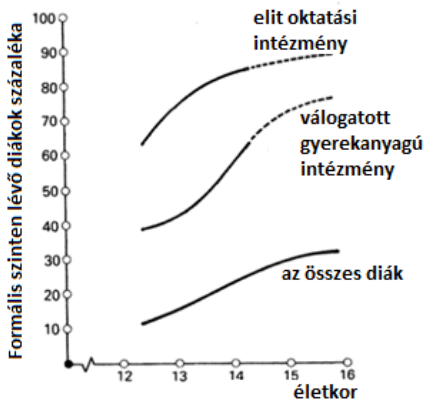


2. ábra. Piaget ingával kapcsolatos tesztje

A megoldáshoz arra kell rájönnie a diáknak – ami a tudományos kísérleteknél ismert módszer –, hogy egy időben csak egy változót szabad változtatnia. Aki próba-szerencse alapon próbál meg összefüggést találni, valószínűleg rossz eredményre jut. A formális szakaszban lévő diákok szisztematikusan közelítették meg a problémát, míg a fiatalabbakra az volt a jellemző, hogy véletlenszerűen próbálták ki az egyes variációkat. A kísérletet különböző korosztályoknál is elvégezték, és egyértelmű volt, hogy a feladat sikeres elvégzése csak bizonyos életkor után történik meg. Piaget szerint a szisztematikus megközelítés arra utal, hogy a gyerekek logikusan, absztrakt módon gondolkodnak, látják a dolgok közti kapcsolatokat – ezek pedig a formális műveletek szakaszára jellemző tevékenységek. Az ilyen személyek gondolkodását a hipotetiko-deduktív jellemzővel lehet leírni. A formálisan gondolkodó diák képes arra, hogy a probléma megoldására hipotézist állítson fel, jelen példánál maradva, például feltételezi, hogy a hosszabb inga nagyobb lengésidejű, majd teszteli hipotézise helyességét az elvégzett kísérlettel. Az ezen a szinten gondolkodó diák képes a változók szisztematikus kombinációiból adódó összefüggéseket is megállapítani. A formális szinten történő gondolkodásra ugyanakkor az is jellemző – ami ebből a kísérletből nem következik –, hogy logikai alapon képes döntéseket hozni különböző állítások alapján, úgy, hogy figyelmen kívül tudja hagyni annak valóságtartalmát. Például két állításunk az, hogy „az elefántok kisebbek a tevéknél”; és „a tevék kisebbek, mint a macskák”. Ebből képes levonni azt a következtetést,

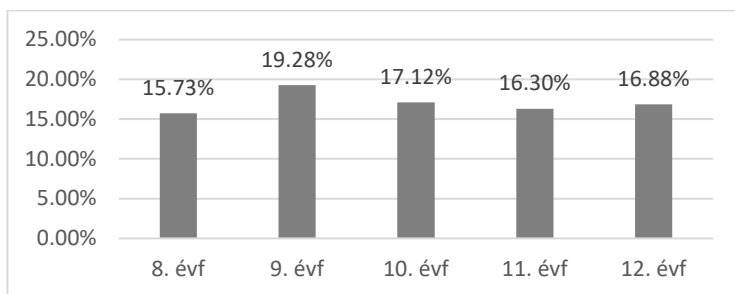
hogy „a macskák nagyobbak, mint az elefántok”, annak tudatában, hogy állítása logikailag helyes, bár nem fedi a valóságot. E feladat során egy konkrét szintű diák zavarba jön, mivel nem tud túllépni a „konkrétumokon”. A pszichológiai felmérésekben ezért gyakran támaszkodnak ilyen fiktív alanyokat magában foglaló feladatokra a konkrét/formális szint eldöntése során. Pl.: “Ha néhány flikflok az jadukos. És minden jadukos az muckos. Akkor igaz-e, hogy egyik flikflok sem jadukos; vagy az az igaz, hogy néhány muckos az flikflok?” A konkrét szakaszban lévő számára nehéz megtanítani olyan fogalmakat, amelyek szemléletes, képi módon nem érzékeltethetők. Ezeket számára „kézzelfogható” tartalommal kell megtölteni. Erre rezonál, hogy miközben sikerrel boldogul a pár vagy a tucat fogalom számszerűségével, a mól már nem értelmezhető kategória számára. Előszeretettel alakít ki és használ algoritmusokat egy probléma megoldására anélkül, hogy tisztában lenne a probléma lényegével; például sikerrel tud rendezni egy kémiai egyenletet úgy, hogy a jelölések számára pusztán betűket és matematikai jeleket jelentenek. A matematikai ismeretek szintje korrelál a formális szakaszba tartozással. Piaget szerint annak egyik ismérve, hogy valaki elérte-e a formális szakaszt az, hogy kezelni tudja-e a törteket. Tapasztalat, hogy a konkrét szakaszba tartozó diákok számára nehézséget okoznak a hányadosképzéssel definiált fogalmak: sűrűség, molaritás. Ugyanígy nehézséget okoz két változó egyidejű változtatása, ami például akkor történik, ha át kell váltani  $\text{g/cm}^3$ -ből  $\text{kg/m}^3$ -be a sűrűség értékét, vagy különböző koncentrációegységek között kell a váltást megtenni. *Herron* (1975, 1978) azt a véleményt képviseli, hogy a kémia absztraktsága, a három szinten történő értelmezése, nyelvezetének nehézsége miatt csak azok a tanulók képesek valódi mélységében megérteni a tárgyat, akik a formális szinten vannak.

*Shayer* és *Adey* 1981-ben elvégzett felmérése szerint az átlagos populáció negyede képes csupán elérni ezt a szintet (3. ábra). A 2006-os felmérésük során már azt tapasztalták, hogy a 11-12 évesek kognitív és konceptuális képességei két-három évvel visszaestek ahhoz a szinthez képest, amit 15 évvel korábban mértek (*Crace*, 2006).



3. ábra. A formális szakaszba tartozó diákok aránya életkor és iskolatípus függvényében (Shayer és Adey, 1981)

Ő ennek okaként (2006-ban) az óvodai szakaszból hiányzó gyakorlati, kézzelfogható építős, alkotó játékok hiányát, a későbbi életkorban pedig a túlzott mértékű videójáték használat és média hatását jelölte meg. Korábbi felmérésem alapján (Ludányi, 2019), a megye legjobb gimnáziumában azon tanulók aránya, akik képesek a kémia mindhárom szintjén (makro, atomi-molekuláris, szimbólum) interpretálni a jelenségeket, váltani köztük, így bizonyosan a formális szinten vannak, közel egyezett a százalékos eredményt mutatja (4. ábra).



4. ábra. Azon diákok aránya, akik képesek a kémia három szintje közti váltásra

A piaget-i elmélet széleskörű elfogadása mellett napjainkra szembesültünk hibáival is (Driver, 1978; Lourenco és Machaldo, 1996).

Elméletében hibásnak bizonyult, hogy a társadalmi tényezők hatásának nem tulajdonított kellő jelentőséget. Vizsgálatának alanyai Genf egy jónevű iskolájának tanulói voltak, ami jelentős mértékben befolyásolta például a konkrét szakasz időtartamát. Piaget azon állításáról, hogy aki már elérte a formális gondolkodási szintet, nem lép vissza alacsonyabb szintre, a kutatások kiderítették, hogy nem állja meg a helyét. Gyakran tapasztalható, hogy a formális szintűek is többször visszalépnek, és egy-egy feladat esetében a logikai következtetés helyett például a képletekkel történő megoldást választják. Mint a kutatások kiderítették, általa feltételezettel szemben a formális műveletek szintjét sem éri el mindenki. Ezt az állítását úgy módosította (*Piaget, 1972*), hogy a formális szint elérése tudásterület specifikus, ott érhető el, ahol az illető már kellő tapasztalatot szerzett.

### **A Lawson-teszt módosított változata**

A teszt 1978-ban még relevánsnak és naprakésznek tűnő kérdései a ma diákja számára idejétműltnak, érdektelennek tűnnek. Ezért többen is módosították a kérdéssort, vagy ennek iránymutatása alapján teljesen új, – több esetben tantárgyspecifikus – tesztet alkottak (*Novia és Riandi, 2017; Cepni et al., 2003; Kalinowski és Wiloughby, 2019*). Ezek a tesztek többnyire 20-24 eldöntendő kérdésből állnak, és a (papíralapú) kitöltésre 20 és 40 perc közti időt adnak. A Lawson-féle LCTSR, a TOLT illetve ezek klónjai alapján két saját kérdéssel kiegészítve állítottam össze az alábbi, 12 ítemes mérőlapot annak eldöntésére, hogy az egyes évfolyamokon mennyire volt hatásos a természettudományos oktatás. A mérőlapot 9-12. évfolyamos gimnazista diákok töltötték ki. A kitöltésére adott idő 20 perc volt.

### **Természettudományos alapú döntéshozatalt vizsgáló kérdéssor**

1. A Tisza-tó partján nagy számban találtak elhullott kormoránokat. Egy biológus ennek az okát szeretné megtudni. Amikor megvizsgálta a tetemeket, sokuk gyomrában talált műanyag szemetet. Azon gondolkodott, hogy ez veszélyes lehet-e a madarakra? Milyen további irányú kutatás lenne hasznos a kérdés megválaszolásához?

A) Fel kell kutatnia még több döglött állatot, és megvizsgálni, van-e műanyag szemét a gyomrukban.



B) Olyan kormoránokat kell keresnie, amelyek gyengék vagy betegek, és ezek gyomrát ultrahanggal megvizsgálni, hogy van-e bennük műanyag.

C) Egészségesnek látszó kormoránokat kell elfogni, és ultrahanggal megvizsgálni, hogy ezeknek van-e a gyomrában műanyagszemét.

2. Kockajátékot játszunk két dobókockával. A nyertes az, akinél a két dobás eredményét összeadva nagyobb érték jön ki. Melyiknek nagyobb a valószínűsége, hogy kijön?

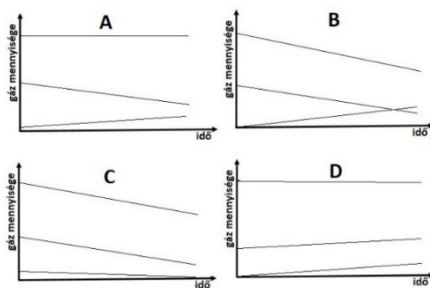
A) a 10-es B) a 12-es C) mindkettő ugyanolyan valószínűségű

3. A testmozgáskor használt telefonos applikáció a megtett távolságon, időn, szintemelkedésén túl a következő adatot adta meg a futás jellemzésére: 6,0 perc/km.

Hány km/óra sebességgel futott a futó?

A) 10 km/h B) 3,6 km/h C) 6 km/h D) 36 km/h E) kb. 20 km/h

4. Egy egérre ráhelyeztünk egy üvegburát. Kezdetektől fogva mértük, hogy a bura alatti gázok közül háromnak a mennyisége miként változik. Melyik az a grafikon, amely a kísérletünk mért eredményeihez leginkább tartozhat?



5. Egy mixertől két vendége is Cuba Libre koktélt rendel. Ez cola és rum keveréke. A két vendég a következő keverési arányt kéri a mixertől:

	Rum	Cola
Vendég1	1 mérőpohár	2 mérőpohár
Vendég2	2 mérőpohár	3 mérőpohár

Melyik vendég itala a nagyobb alkoholkoncentrációjú?

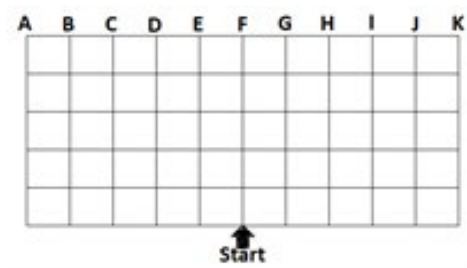
A) A Vendég1 itala. B) A Vendég2 itala. C) Mindkettőjüké ugyanolyan.

6. Téglákat helyeztünk egymásra az alábbi három módon. Az összekötő szálak gumiból vannak. Elkezdjük húzni a jobboldali szálnál. Melyik esetben mozdul meg először a rendszer bármelyik eleme, ha nincs súrlódás?



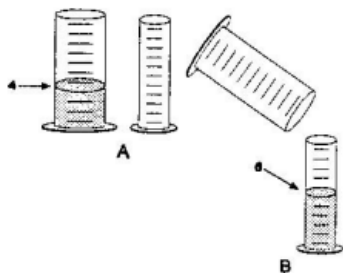
A) az A esetben B) a B esetben C) a C esetben D) mindegyik megmozdul

7. Egy úszó keresztül akarja úszni a folyót. Az úszó sebessége  $v$ . Az úszó tudja, hogy a folyó sebessége is  $v$ , de nem tudja, melyik irányba folyik a folyó. Ennyi információból állapítsa meg, melyek a lehetséges partot érési pontok!



A) F B) A vagy K C) B vagy J D) C vagy I E) D vagy H

8. Amint a rajzon látható, egy vastag és egy vékony mérőhengerünk van. Nincs rajtuk számozás, de a beosztásuk megegyezik. A szélesebb mérőhengerbe a 4. beosztásig vizet töltünk. Majd ezt a vizet áttöltjük a vékonyabb hengerbe. Ott a vízszint a 6. beosztásnál lesz. Kiöntjük a vizet. Ha második kísérletként a vékony hengerbe töltünk a 9. osztásig vizet, és ezt öntjük át a vastag hengerbe, ott mi lesz a víz szintje?



A) 4    B) 5    C) 6    D) 7    E) nincs köztük a jó válasz

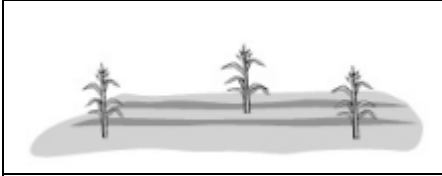
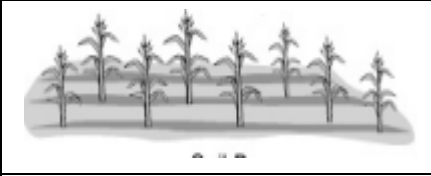
9. Egy kutatóorvos azt vizsgálja, hogy az elhízott embereknél a koleszterinszint közrejátszik-e a magas vérnyomás kialakulásában. 240 túlsúlyos férfi páciensből vesz vérmintát a koleszterinszint meghatározásához, és ugyanezen alkalommal méri a páciensek vérnyomását. Az egyes csoportokba sorolt páciensek számát a következő táblázat rögzíti:

	Vérnyomásérték	
	Magas	Alacsony
<b>Koleszterinszint határérték fölötti</b>	150 páciens	50 páciens
<b>Koleszterinszint határérték alatti</b>	30 páciens	10 páciens

Összefüggés mutatkozik-e a koleszterinszint és magas vérnyomás között ezek ismeretében?

A) igen    B) nem    C) Ezekből az adatokból nem állapítható meg.

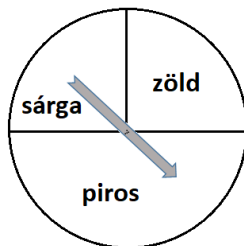
10. Egy agrártudományi egyetemre járó diák azt szeretné megállapítani, hogy a kukorica termesztéséhez melyik talaj a jobb: a löszös vagy a tőzeges. Ugyanakkor azt is szeretné tudni, hogy a kereskedelemben kapható két műtrágya közül (Xperience és Yandex) melyik a hasznosabb a növény számára. Az alábbi két kép a tesztelésre használt kukoricaültetvény képét mutatja a nyár végén. (A két ültetvény egymás mellett volt, ugyanannyi napsütést és esőt kapott!)

	
<b>löszös talajtípus</b>	<b>tőzeges talajtípus</b>
<b>Xperience műtrágyával</b>	<b>Yandex műtrágyával</b>

Milyen következtetést vonhat le az egyetemista ebből a kísérletből?

- A) A tőzeges talajtípus jobb a kukoricatermesztéshez.
- B) A Yandex műtrágya a jobb a kukoricatermesztéshez.
- C) A tőzeges talajtípus és a Yandex műtrágya jobb a kukoricatermesztéshez.
- D) Ebből a kísérletből nem lehet megállapítani, melyik talajtípus vagy melyik műtrágya a hasznosabb.

11. Egy pörgettyűnk van, amelynek mutatója a pörgés után a színes mezők fölött áll meg. Mekkora az együttes valószínűsége, hogy az első pörgetéskor a zöld mező fölött, másodikra pedig a piros mező fölött áll meg a mutató?



- A) egy a kilenchez ( $1/9$ )
- B) egy a nyolchoz ( $1/8$ )
- C) egy a négyhez ( $1/4$ )
- D) három a négyhez ( $3/4$ )
- E) a jó válasz nincs a felsoroltak között

12. Egy diák a halak viselkedését befolyásoló tényezőket vizsgálja. Nyolc halat tett egy akváriumba, hatot egy másikba, négyet a harmadikba és kettőt a negyedikbe. Minden akváriumot ugyanúgy világított meg, és mindegyiknek a hőmérsékletét  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tartotta.

Mit tudhat meg a diák ebből a kísérletből? Azt, hogy

- A) a halak száma befolyásolja-e a viselkedésüket.
- B) az akvárium hőmérséklete hogyan befolyásolja a halak viselkedését.
- C) a fényhatás és a hőmérséklet miként befolyásolja a halak viselkedését.
- D) a halak száma, a fényhatás és a hőmérséklet hogyan befolyásolja a halak viselkedését.

### A feladatlap iskolai használata

A mérőlap kérdései közül az arányossági gondolkodást vizsgálta a 3., az 5., a 8.; a változók kontrollját a 10. és a 12.; a valószínűségi gondolkodást a 2. és a 11.; a korrelatív gondolkodást a 4. és 9.; a hipotetiko-deduktív gondolkodást pedig az 1., a 6. és a 7. kérdés. A mérőlapot 9-12. évfolyamos gimnazista diákok töltötték ki. A kitöltésére adott idő 20 perc volt, ami minden évfolyam esetén elegendőnek bizonyult.

A feladatlap megoldása:

Feladat	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10	11.	12.
Válasz	C	A	A	A	B	D	B	C	B	D	B	A

A feladatlap új szerkesztésű, más mérőlapok kérdéseit is tartalmazza, az eredeti Lawson-teszteknél tapasztalt eredményekkel nem vehető maradéktalanul össze, nemzetközi összehasonlításra csak korlátozottan használható. Mivel gyorsan elvégezhető tesztről van szó; arra szolgál számomra, hogy a tanév elején és a tanév végén elvégezve, információt kapjak iskolánk természettudományos oktatásának hatékonyságáról.

## Irodalom

- Çepni S.; Özsevegec T. és Cerrah L. (2004): Turkish middle school students' cognitive development levels in science Asia-Pacific Forum on *Science Learning and Teaching*, Volume 5, Issue 1, Article 1, p.1
- Crace, J., (2006):. 'Children are less able than they used to be'. *The Guardian*, 24/1/06. Elérhető: <https://www.theguardian.com/education/2006/jan/24/schools.uk> 2022.11.1
- Driver, R. (1978): When is a stage not a stage? A critique of Piaget's theory of cognitive development and its application to science education. *Educational Research*, 21, 54-61.
- Herron, J.D. (1975): Piaget for Chemists. *Journal of Chemical Education*. 52(3), 146-150.
- Herron, J.D (1978): Piaget in the Classroom. *Journal of Chemical Education*. 55(3) 165-170.
- Kalinowski S. T. és Wiloughby S., (2019): Development and Validation of a Scientific (Formal) Reasoning Test for College Student. *Journal of Research in Science Teaching*, v56 n9 p1269-1284 Elérhető: <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?I=485&A=FORT> 2022.11.01
- Lawson A. E., (1978): The development and validation of a classroom test of formal reasoning, *Journal Research Science Teaching*. 15(1), 11-24
- Lawson A. E. (2000): Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (CTSR) Elérhető:

- <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=CTSR>  
2022.11.01
- Lourenco, O., és Machado, A. (1996): In defense of Piaget's theory: A reply to 10 common criticisms. *Psychological Review*, 103, 143-164.
- Ludányi L. (2019). *A tanulók kémiai fogalomrendszerének vizsgálata válaszdőméréssel*. In: Kaposi – Szőke-Milinte (Eds.) *Pedagógiai változások – a változás pedagógiája*. Pázmány Péter Katolikus Egyetem. Budapest. 442-460.
- Novia N. és Riandi R. (2017): The Analysis of Students Scientific Reasoning Ability in Solving the Modified Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (MLCTSR) Problems by Applying the Levels of Inquiry Elérhető: [https://www.researchgate.net/publication/330838964\\_The\\_Analysis\\_of\\_Students\\_Scientific\\_Reasoning\\_Ability\\_in\\_Solving\\_the\\_Modified\\_Lawson\\_Classroom\\_Test\\_of\\_Scientific\\_Reasoning\\_MLCTSR\\_Problems\\_by\\_Applying\\_the\\_Levels\\_of\\_Inquiry](https://www.researchgate.net/publication/330838964_The_Analysis_of_Students_Scientific_Reasoning_Ability_in_Solving_the_Modified_Lawson_Classroom_Test_of_Scientific_Reasoning_MLCTSR_Problems_by_Applying_the_Levels_of_Inquiry) 2022.11.1
- Orosz G. és Korom E. (2019): A természettudományos gondolkodás mérése: A Lawson-teszt hazai kipróbálásának tapasztalatai Elérhető: [https://acta.bibl.u-szeged.hu/66240/1/pek\\_2019\\_071.pdf](https://acta.bibl.u-szeged.hu/66240/1/pek_2019_071.pdf) 2022.11.01
- Piaget, J. (1952): *The origins of Intelligence in Children*. New York: International Universities Press.
- Piaget, J. (1972): *Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood*. Human Development 15 1-12.
- Roadrangka V.; Yeany, R.H., és Padilla M.J. (1982): *GALT. Group Test of Logical Thinking*. University of Georgia
- Schaffer, H. R. (1988): *Child Psychology: the future*. In S. Chess & A. Thomas (eds), *Annual Progress in Child Psychiatry and Child Development*. NY: Brunner/Mazel.
- Shayer M. és Adey P.(1981): *Towards a science of science teaching*. London , Heinemann Idézi: Sheehan (2010)
- Sheehan Maria 2010. *Identification of difficult topics in the teaching and learning of Chemistry in Irish schools and the development of an intervention programme to target some of these difficulties*. –Doctoral thesis– Elérhető: <https://www.semanticscholar.org/paper/Identification-of-difficult-topics-in-the-teaching-Childs-Sheehan/e0730d8af3b6f60d0b2ee4f51f996488bc808835> 2022.11.1
- Tobin, K.G., és Capie, W. (1981): Development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413-414.

Lente Gábor, Ősz Katalin, Petz Andrea

## VARÁZSLATOS KÉMIA 2022 nyári tábor Pécssett

A Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztálya egy nagy hazai egyetemmel karöltve minden nyáron megszervezi VARÁZSLATOS KÉMIA címmel a nyári táborát, melyre a kémia iránt érdeklődő 8 - 9 - 10. osztályt végzett tanulók jelentkezhetnek. Az idei táborra 2022. augusztus 1-5. között, hétfőtől péntekig került sor Pécssett, a Pécsi Tudományegyetem Kémiai Intézetének, valamint a Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziumának a szervezésében. Az előbbi biztosította a gyerekeknek a laborgyakorlatok és néhány további program helyszínét, az utóbbiban volt a szállás, és számos délutáni program is. Persze nem voltunk még csak Pécshez sem kötve, néhány program kedvéért elhagytuk a város határait.

14 évvel ezelőtt, 2009-ben, az első Varázslatos Kémia Tábornak Pécs adott otthont, az ideihez hasonlóan a Pécsi Tudományegyetem és a Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, 2010-ben a Nyíregyházi Tanárképző Főiskola, 2011-ben az Egerben az Eszterházy Károly Főiskola, 2012-ben a Szegedi Tudományegyetem, 2013-ban Debrecenben a Debreceni Egyetem, 2014-ben Gödöllőn a Szent István Egyetem, 2015-ben Egerben az Eszterházy Károly Főiskola, 2016-ban Veszprémben a Pannon Egyetem, 2017-ben Szombathelyen az ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziuma, 2018 és 2021 között pedig Egerben az Eszterházy Károly Egyetem volt a VARÁZSLATOS KÉMIA tábor házigazdája.

Mivel ezt rendezvényt az Egyesület már hosszabb ideje szervezi, így jónéhány programelem akár már hagyományosnak is mondható: ilyen például az, hogy a résztvevők a délelőttöket a laborban töltik, és ott maguk kísérletezhetnek. Az idei évben három ilyen délelőtti program volt: az elsőt fizikai-kémiai méréseket végeztek (viszkozitást, felületi feszültséget, sűrűséget mértek, sav-bázis titrálás is volt, mindenféle indikátort kipróbáltak, és a semlegesítési reakció reakcióhőjét kalorimetriával megmérték) **Ősz Katalinnal** és **Kiss Andrással**. A következő délelőtt „ionvadászat” volt a program **Göbl László** vezetésével; itt a délelőtt végén egy ismeretlen mintáról kellett meghatározni, hogy milyen kationokat és anionokat tartalmaz. A



harmadik laboros napon pedig néhány jellegzetes komplex vegyület oldataival kísérleteztek, sőt egy kicsit a komplex vegyületek nevezékstanába is „belekóstoltak” **Petz Andrea** tanárnővel. A délelőtti hátralevő részében a kísérlettervezést is kipróbálhatták a tábor résztvevői. Egyensúlyi reakciókkal kapcsolatos elvégzendő kísérletek egy részét a megadott szempontok szerint a diákoknak kellett megtervezniük, majd elvégezniük.

A többi program is részben a kémiához kötődött: volt látványos (és hangos) kémiai bemutató robbantásokkal és tüzeskedéssel **Kégl Tímeával** és **Papp Tamarával** (azaz a PTE ChemHacker csapatával): itt a diákok maguk is aktív részesei voltak a kísérleteknek. Jártak a Nagy Lajos Gimnázium lézerbarlangjában **Kilián Balázné Raics Katalinnal**, ahol a legváltozatosabb fizikai, fénytani kísérletekkel, interaktív játékokkal ismerkedhettek meg a diákok. Volt kémiai legőzés (azaz modellépítés) **Lente Gáborral**, ahol végül egy egészen hosszú peptidláncot is kirakott golyómodellből a táborozó csapat. Különbféle kémiai játékokat (társasjátékokat, dobble-t, szabadulószoját, kémiás UNO-t és sok más) játszottak **Bodó Katával**. Jártak a Zsolnay-negyedben, azon belül pedig a fizikalaborban és a planetáriumban (ahol **Gyenizse Pétertől** egy igazán kémiásokra hangolt csillagászati bemutatót hallgathattak és nézhetek meg). Sőt, még a hétfői délutáni városnézés során is kellett a pécsi belvároshoz kötődő kémiai kérdésekre válaszolniuk: a városnézés útvonalát és feladatsorát **Nagy Mária** állította össze a csapatok részére. De nagyon népszerű volt a lovasíjász bemutató is, ahol nemcsak a lovaglást próbálhatták ki a gyerekek, hanem a juhtúrós, szalonnás puliszkát is megkóstolhatták. Ízlett a lovasoknak és a kémikus fiataloknak is.

A tábor állandó programpontja, hogy a résztvevők – csoportokba osztva – egy-egy kémiai témából felkészülnek, előadást készítenek, amiről azután az utolsó tábornapon, pénteken beszámolnak. Ez most sem maradhatott el: a három téma az *Uránváros*, a *Zsolnay-porcelán* és a *Harkányi gyógyvíz* volt. Nem is igazán tudtuk eldönteni, hogy ki volt a legügyesebb: mindhárom csapat nagyon szép előadást tartott, és utána több kérdést is kapott a többi csapat tagjaitól.

Az idei évben – mivel egy új helyszínen mindig új kihívásokat is rejt – a tábor után egy névtelen, online kérdőíven megkérdeztük a résztvevő diákokat, hogy hogy tetszett nekik ez az egy hét. A lelkes válaszokat látva

bizton mondhatjuk, hogy ezt a tábort, bármennyire is nehezebbé válnak a körülmények évről évre, bizony érdemes és fontos lenne tovább folytatni.

A tábor megszervezése gazdasági szempontból is minden évben komoly kihívás. A természettudományok és különösen a kémia iránt elkötelezett támogatóink nélkülözhetetlen segítséget jelentenek és az idei tábor „*varázslatosságához*” is nagyban hozzájárultak.

Köszönetet mondunk támogatóinknak:

Magyar Tudományos Akadémia Kémia Osztálya

Richter Gedeon Nyrt.

Euroapi Hungary Kft.

Aktív Instrument Kft.

Unicam Magyarország Kft.

**Formanné Kiss Andrea**

## **Nemzetközi Kémiai Torna – hazai pályán**

2022. augusztus 16-21. között ötödik alkalommal került megrendezésre a Nemzetközi Kémiai Torna (International Chemistry Tournament, IChTo). Ez a vitaverseny minden évben különleges alkalom és élmény, ám az idei verseny több szempontból is kiemelkedő volt. Először is, három év után újra személyesen találkozhattak a csapatok (a világvilágjárvány miatt 2020-ban elmaradt, 2021-ben pedig online formában került megrendezésre). Másodsor, a verseny idén először jutott el egy európai uniós országba. Harmadszor, ez épp Magyarország volt.

Hosszú hónapok kemény munkája készítette elő azt, hogy ezúttal Budapest adhatott otthont ennek a világvilágversenynek. A szervezés hivatalos részét a Magyar Kémikusok Egyesülete fogta össze, az esemény **főszervezője Forman Ferenc** volt. A verseny alapító főszervezőivel már évekkel korábban megkezdtük az előkészítést, és igyekeztünk minél több új országot megszólítani a korábbi résztvevők megtartása mellett. A feladatsor összeállítását és a szabályzat pontosítását nagyrészt korábbi versenyzőinkből álló szakmai munkacsoport végezte.

Mindeközben lezajlott a hazai válogatóverseny, ami meghatározta, hogy ki lesz a 12 magyar versenyző. A felkészülés legintenzívebb szakasza természetesen a tábor volt. A tavalyi pozitív tapasztalatok után visszavágytunk Tiszafüredre, ahol Kati néni végtelen vendégszeretete mellett kovácsolódott össze a két csapat. Bár a válogatón is tapasztaltuk, hogy jelentősen emelkedett a színvonal, megdöbbentő volt látni, hogy már július elején milyen részletesen kidolgozott megoldásokkal álltak elő a leggyorsabb diákok. Persze ebben a műfajban nincs kész megoldás, mindig van mit csiszolgatni egy prezentáción, és azért az opponálás és a review elsajátítása is sok gyakorlást igényel. Erre volt is lehetőségünk, az elmúlt évekhez hasonlóan idén is az ELKH Természettudományi Kutatóközpontjában töltöttük a nyári hétvégéket. Ezúton is köszönjük a felkészítői munkát Bogner Marcellnek, Buzafalvi Dénesnek, Csoma Baláznak, Debreczeni Dorinának, Répási Gergelynek, Szappanos Attilának, valamint a felkészítést és a szakmai munkát vezető **Botlik Bence főszervezőnek**.

A verseny napjai mindhárom főszervezőnek a szokásosnál is intenzívebben teltek, hiszen egyszerre kellett helytállnunk szervezőként és résztvevőként is. Ahogy mindig, idén is voltak nehéz pillanatok, amiken át kellett lendülnünk, hogy aztán élvezhessük a felemelőbbeket. Utóbbira példa, amikor kiderült, hogy a történelemben először sikerült mindkét magyar csapatnak döntőbe jutnia. Az aranyéremről ugyan pár ponttal lecsúsztunk, de el kell ismerni, hogy a győztes szingapúri csapat megérdemelten nyerte az idei Tornát. Így végül mindkét magyar csapat ezüstérmet nyert.

Az abszolút 2. helyen végzett, ezüstérmes Hungarian Team Red tagjai:

Saracco Lucio, csapatkapitány, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest

Ágoston Barbara, Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa

Cserneczky Balázs, Eötvös József Gimnázium, Budapest

Járay-Vojcek Hanna, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs

Sótonyi Adrienn, BME által alapított Két Tanítási Nyelvű Gimnázium, Budapest

Szabó Márton, Péter András Gimnázium és Kollégium, Szeghalom

Csapatvezetőjük Buzafalvi Dénes, University of Cambridge.

Az abszolút 3. helyen végzett, ezüstérmes Hungarian Team Green tagjai:

Temesvári-Nagy Levente, csapatkapitány, Toldy Ferenc Gimnázium, Budapest

Hegedűs Márton, Kecskeméti Református Gimnázium

Lawson Richard Hanh, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium

Ódé Bence Levente, BMSzC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest

Skenderovic Szonja, Eötvös József Gimnázium, Budapest

Zsoldos Tamás, Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium, Győr

Csapatvezetőjük Formanné Kiss Andrea, Szent István Gimnázium, Budapest.

Bár a Nemzetközi Kémiai Torna csapatverseny, a versenyzők egyéni teljesítményükért is értékelhetők. Az egyéni pontverseny egyetlen aranyérmét Saracco Lucio nyerte, ezüstérmes lett Temesvári-Nagy

Levente és Zsoldos Tamás, egyéni bronzérmes nyert Cserneczy Balázs, Ódó Bence és Ágoston Barbara. A legjobb opponens különdíjat is Saracco Lucio kapta meg, a legjobb reviewer pedig Cserneczy Balázs volt a versenyen. Idén először kaphattak különdíjat az egyes feladatokat legjobban megoldó versenyzők: Zsoldos Tamásé a legmegkapóbb 1. feladat (Feels and Logs), Ágoston Barbara a 4. feladat lovagja (Molecular Chainmail), a 10. feladatban Cserneczy Balázs adott mattot (Chemist's Gambit), Skenderovic Szonjának pedig azt dobta a kocka, hogy a döntőben adhatta elő kiváló 6. feladatát (Roll the Dice).

A sok szép eredmény és az izgalmas verseny nem jöhetett volna létre szponzoraink nélkül. Köszönjük ki a verseny helyszínéül szolgáló Eötvös Loránd Tudományegyetemnek, a segítőkész kapcsolattartásért pedig Dr. Szalai Istvánnak, a Kémia Intézet igazgatójának. Köszönjük az élő közvetítésekért, az interjúkért és tudósításért a Tudományos Olimpikonok Facebook-oldalnak és főszerkesztőjének, Békés Gáspárnak (Fenntartható Demokráciáért Egyesület). Köszönjük az anyagi támogatást a Chemaxon Kft-nek, az Egis Gyógyszergyár Zrt-nek, az Iconomix Kft-nek, a Pannonpharma Kft-nek, a Richter Gedeon Nyrt-nek, a Servier Hungária Kft-nek és a Szerencsejáték Zrt-nek. Köszönjük a szervezésben nyújtott fáradhatatlan segítséget a Magyar Kémikusok Egyesületének, elsősorban Schenker Beatrixnak és Androsits Beátának.

Ahogy a cikk elején írtam, az IChTo egy különleges élmény. A varázslat a résztvevő emberekben van. Hatalmas köszönet illeti mindezt a közel harminc fős szervezői csapat minden tagját!

Idén is 12 csodálatos versenyzőnk volt, akik épp úgy a varázslat részei és alkotói, mint a szervezők. Ne feledkezzünk el sem róluk, sem a mögöttük álló támogatókról. Köszönet szülőknek, rokonoknak, barátoknak, és végül, de a legkevésbé sem utolsósorban, köszönet annak a több tucat pedagógusnak, akik elindították ezeket a fiatalokat a tudomány rögös útján!

**Magyarfalvi Gábor**

## **Beszámoló az 2022. év nemzetközi kémiai diákolimpiáiról**

### **Előzmények**

2021 júliusában a tervek még két teljes, klasszikus olimpiát jeleztek előre 2022-re a járványidőszak két évének online versenyei után. A Mengyelejev Diákolimpia tervezett helyszíne Budapest volt, ahol már szinte készen állt minden a 2020-ban és 2021-ben is elmaradt versenyhez, a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát (IChO) pedig a kínai Tiencsin várta. A világ folyása ezeken a terveken nagyot változtatott.

A Mengyelejev finanszírozását elsősorban az orosz rendezők biztosítják egy vegyipari nagyvállalat támogatásával. A helyi rendezőknek a mindenkori költségek kevesebb, mint 20%-át kellene előteremteniük, ami Budapesten legalább 15 millió forint lett volna. Őszre kiderült, hogy ez nem sikerülhet: sem a Nemzeti Tehetség Program pályázatán, sem egyedi kormányzati kérelemre nem szereztünk támogatást (ahogy 2020-ban még igen).

Az IChO-t rendező igen tekintélyes Nankaj Egyetem reményei sokkal tovább tartottak. Még a tavasz során is bíztak a verseny teljes értékű megrendezésében. Miközben a világon gyakorlatilag megszűntek a járványügyi utazási korlátok, bárhol lebonyolítható lett volna egy „igazi” élő verseny is, és bármelyik csapat utazhatott volna, egyedül Kína tartott fenn szigorú korlátozásokat (egészen a mai napig), de az utolsó percig reménykedtek a szervezők a csodában. Végül késő tavasszal be kellett jelenteniük azt, ami már előre sejthető volt: csak távolléti versenyt lehet megoldani. Mivel ez nyolcvannál több országot érint, ebben az időszakban már más rendező nem vállalhatta volna át.

Épp 2021-ben került be az IChO szabályzatába, hogy a versenyen való részvételt semmiféle politikai szempont, feszültség nem befolyásolhatja. E mögött igazából a több kormányzat között ténylegesen meglévő feszültségek (Kína – Tajvan, Ciprus – Törökország, Izrael – arab államok) álltak, bár a versenyek résztvevői között sosem volt semmiféle nyoma ennek. Február végén mégis Oroszország háborúja Ukrajna ellen tette aktuálissá ezen szabályt.

Az ukrán kémiaversenyek döntőinek és az olimpiai felkészítőnek elvileg a háború első napjaiban már lőtt Harkivi Egyetem adott volna helyet. Kora tavasszal erre nem lehetett már esély sem. Az olimpiai közösség nyilvánosan is elítélte a háborút, de voltak olyan országok is, akik Oroszország és Belarusz teljes kizárását követelték. Végül az teljes IChO közösség szavazásán nagy többséggel fenntartottuk, hogy az eseményekre semmiféle hatással nem levő diákok és tanárok részt vehetnek a versenyen, de az agresszor országok neve sehol nem szerepel majd.

A Mengyelejev Diákolimpia kapcsán sem lehetett megkerülni a háborút. A versenyt ugyanis orosz többségű zsűri bonyolítja le. Egy valamikori szovjet versenyről van szó, amely persze mindig a kémiáról szólt. A helyi szervező 2022-ben végül az üzbég tehetséggondozó iskolák hálózata lett, így az olimpiának végképp nem lett köze az orosz államhoz. A zsűriben pedig a kiváló és elhivatott orosz kollégák mellett maradtak még ukrán professzorok is (ráadásul a Donyeckből 2014-ben Vinnyicába menekített egyetemről).

### **Mengyelejev Diákolimpia**

A versenyre magára Taskentben került sor május 9-15. között. Sok ország nem akart, vagy nem tudott részt venni a versenyen. Végül 100 versenyzőnél kevesebb indult, de néhány közép-európai résztvevővel egyeztetve mi abban maradtunk, hogy két év járványzárlat után már nagyon várnak a diákjaink egy élő versenyt, így nem mondjuk le mi is a részvételt.

A magyar Mengyelejev-csapatot az előző évi diákolimpiai válogatón készítjük fel és jelöljük ki. Ez a 2021-es távoktatásos válogatón történt, és a résztvevők névsorát az is befolyásolta, hogy épp a magyarországi írásbeli érettségikkel átfedésben volt az utazás. Ezért két kiváló diák elesett a részvételtől, de négy felkészült versenyzőt így is indítani tudtunk.

Az üzbég rendezők igencsak lelkesek voltak, kiváló kereteket teremtettek a versenynek. Ez mögött az is állt, hogy az üzbég elnök a tehetséggondozó középiskolák számára kiemelkedő forrásokat biztosít, kiemelten kezeli a természettudományos oktatást. Csak a fővárosban féltucatnyi ilyen, modern, laborokkal ellátott új iskola működik. Az egyikük vadonatúj épülete és kollégiuma adott helyet a versenynek és vendégeinek, egy másik pedig a laborfordulónak.

A Mengyelejev szűk hetében nagyon szoros a program. A nyitó és záró napok és a három, egyenként ötórás versenyforduló mellett csupán egy szabadnap fér be, amikor is Szamarkandba vonatozott el a teljes társaság. Természetesen Taskentben is szerveztek városnézéseket délutánonként.

A két egymást követő napon rendezett elméleti versenyforduló közül a második általában a nagyobb kihívás. Itt öt területen (szerves, analitika, szervetlen, fizikai kémia, biokémia) kitűzött 3-3 nehéz feladatból csak egynek a megoldását számítják be az eredménybe, azaz stresszes helyzetben válogatni is kell a versenyzőknek a kérdések között. Nagy öröm volt, hogy ismét volt mód laborfordulóra. Három kisebb feladat járta körül a csapadékleválásokat, elég ötletesen. Azt is jó volt látni, hogy viszonylag egyszerű eszközökkel is összehozható minőségi feladatsor. (A potenciális olimpiarendezők rendszerint a laborforduló elhelyezésén és megszervezésén aggodnak a legtöbbet.)

A feladatokat a diákok magyarul kapták meg. A fordításra a zsűri mindig csak a hajnali órákat engedélyezi a csapatvezetőnek, de ezúttal legalább elég jó gépi nyersfordítást is tudtak adni az orosz és angol eredeti mellé. A Mengyelejev-olimpia sajtósága, hogy itt nem a kialvatlan kísérőtanár, hanem maguk a diákok vitathatják meg a munkájuk pontozását az eredményhirdetés előtt. Az érmeknél szerencsére ezek a kis korrekciók nem sokat számítottak:

Ezüstérmet kapott **Szabó Márton** (Péter András Gimnázium, tanára: Dr. Tabiné Lehotai Klára).

Bronzérmet szerzett **Nemeskéri Dániel** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Villányi Attila, Kálai Tamás) és **Dóra Márton** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanára: Villányi Attila).

**Sajósi Benedek** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes, Villányi Attila) alig kevesebb pontot szerzett, mint a bronzérem határa. A résztvevők 10-20-30%-a kapja ugyanis a különböző érmeket.

A jövő tavaszra Kazahsztán van előirányozva a Mengyelejev Diákolimpia rendezőjeként. Jó lenne azt hinni, hogy arra a versenyre már békében kerül majd sor.



## A Nemzetközi Kémiai Diákolimpia

Kína az IChO domináns szereplője, diákjaik adják általában a verseny abszolút győzteseit, de mindig aranyérmesek. Ehhez képest a verseny szakmai előkészületei láttán sokan aggodalmaskodtunk. A Kémiai Diákolimpia egyedi jellegzetessége, hogy a szervező ország nemcsak a verseny feladatait, hanem a versenyt, témaköreit és stílusát mintegy megelőlegező gyakorló feladatsort is készít. Az idén ezek a feladatok nem voltak kifejezetten inspirálóak. Megesett máskor is, hogy kiváló kémikusok, egyetemi oktatók nem veszik komolyan az olimpia sajátosságait, csak egy egyszerű vizsgának tekintik.

Végül ezek az aggodalmak alaptalannak bizonyultak. A verseny mind szakmailag, mind lebonyolításában jól sikerült. Nem hiányzott a lelkesedés és nyilvánosság, pl. országos televízió közvetítette a nyitó és záró ünnepségeket. A szerzők, szervezők egyaránt teljes odaadással dolgoztak, és igencsak odafigyeltek a tradíciókra, a résztvevőkre és a logikus megoldásokra.

Szerencse volt a szerencsétlenségben, hogy két sikeres távolimpia után a távolléti verseny lebonyolítására jól kidolgozott forgatókönyv és megfelelő online eszközök is léteztek. Laborfordulót ugyan nem volt mód 84 országban egységesen szervezni, de az erre kidolgozott kísérleti feladatokat megosztották a szervezők minden résztvevővel.



Az olimpián a távolból szinte minden tagország részt tudott venni. Horvátország, Olaszország és Trinidad maradt csak távol, illetve a belarusz kormány nem engedélyezte a diákjaik részvételét. Immár Afganisztán is tudott csapatot küldeni, annak ellenére, hogy igen nehéz ott a helyzet. Sok év után először fordul elő az, hogy új megfigyelő ország nincs, 90 állam fog a következő években diákot nevezni.

A versenyfeladatok közül egyet sem lehet könnyen kiemelni, megfeleltek a célnak és a diákok felkészültségének. Nem volt spektroszkópia, kvantummechanika, és végre a feladatsor terjedelme sem volt beláthatatlan. A matematika diákolimpia egyoldalú vizsgájával persze sosem fog a kémia vetélkedni, de legalább minden feladat elolvasására jutott idő.

Az idén volt először hivatalos a próbaverseny gyakorlata, amit 2008-ban a budapesti olimpián vezettünk be. Tapasztalt tanárok is megírták kvázi diákként a versenyt a kezdés előtti napokban. Ez jó lehetőség volt a szöveg, a kérdések, a pontozás tökéletesítésére, amit a plenáris üléseken a 160 fős tanárközösség nehezen tud megtenni. Ezeket a vitákat, a fordítást és értékelést az új, online rendszer nagyban elősegítette. E sorok büszke szerzője volt a rendszer adaptálásának ötletgazdája és szervezője az IChO Intézőbizottság elnökeként.

A magyar csapat a karantén alatti távolimpiákat eddig az ELTE hűvös alagsorában írta meg öt óra alatt. Idén ezt sikerült kicsit feldobni, amit eleve javasolt az olimpiai intézőbizottság minden országnak. A verseny élményének jelentős összetevője a versenyen túl a sok ország lelkes fiataljának találkozása. Minthogy csak Kínába nem lehetett beutazni, bátorítottuk a területi összejöveteleket.

Sajnos Budapesten ekkor nem tudtunk volna eseményt szervezni, de a környéken kerestük a kooperációt. A csehek és szlovákok, illetve a német anyanyelvű országok csak maguknak szerveztek közös versenyt. A skandináv országok befogadtak volna minket, de Izlandra utazni túl költséges lett volna. A többi szomszédot megkeresve egyedül a szlovénoknak tetszett az ötlet, hogy közösen írják meg diákjaink a vizsgát, és hívjuk meg ide az Európában menekültként szétszóródott ukrán csapatot. Ezt sikerült is megoldani – az oktatást immár felügyelő Belügyminisztérium fizette az útiköltséget (sajnos egy vágányzárás vonatra) és a szállást Ljubljánában, sőt még az ukránok vendéglátásába

is beszálltak a Hildegard Alapítvánnyal és a szlovén házigazdákkal együtt.

A négy diákot Villányi Attila (ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium) kísérte, ő intézte a verseny technikai lebonyolítását. A csapatoknak a versenyt megelőző napokban idejük is akadt együtt körülnézni a városban és a közeli nevezetességeknél. A feladatok, pontozás vitáit, a fordítást Varga Szilárd és Dudás Ádám társaságában otthoni bázisról hárman bonyolítottuk le. Az eredményhirdetést ugyan mindenki már csak otthonról, képernyőt bámulva nézhette csak, de volt minek örülnünk. Három ezüstérem és egy bronzérem született úgy, hogy a résztvevők közül hárman is tizenegyedik osztályosak voltak, így esélyesek a következő olimpián való részvételre és újabb érmek beszerzésére is.

Eredményeink:

**Szabó Márton**, ezüstérem, Péter András Gimnázium, Szeghalom, felkészítő tanára: Dr. Tabiné Lehotai Klára

**Saracco Lucio**, ezüstérem, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, felkészítő tanárai: Sebőné Bagdi Ágnes, Sebő Péter, Villányi Attila

**Nemeskéri Dániel**, ezüstérem, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, felkészítő tanárai: Sebő Péter, Villányi Attila, Kálai Tamás

**Papp Marcell Imre**, bronzérem, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, felkészítő tanárai: Sebő Péter, Villányi Attila

A csapatot, ahogy eddig mindig, az ELTE Kémiai Intézetében választottuk ki az OKTV és a Középiskolai Kémiai Lapok H pontversenyének legjobbjai közül. A felkészítő két egyhetes tanfolyamot tartalmazott, amit még ötórás versenyvizsgák is dúsítottak. Idén már jelenléti tanfolyamot tartottunk, természetesen felhasználva a korábbi évek online eszközeit, anyagait is, és nem maradtak el a laborok sem. A közreműködők névsora: ELTE - Bánóczy Zoltán, Daru János, Homonnay Zoltán, Kóczán György, Magyarfalvi Gábor, Molnár Tamás, Szalay Roland, Tarczay György; ELKH - Dudás Ádám, Varga Szilárd; Richter - Bosits Miklós, Szalay Zsófia, Sánta Zsuzsa; Motorpharma - Szabó András, NSzKK - Perényi Katalin. A felkészítés anyagi hátterét költségvetési támogatás biztosította.

Egy négyfős csapat kiválasztása során egyértelmű, hogy a kimaradók közé is kivételes diákok kerülnek. A diákolimpiák magyar alapítójának

nevét őrző Hildegard Alapítvány (<http://hildegard.elte.hu>) számukra komoly elismeréseket adományoz. Az idén Hartmann-díjat Sajósi Benedek (ELTE Apáczai Gimn.), Hartmann-oklevelet Viczián Dániel (Radnóti Miklós Gimn. Szeged) és Varga Szilárd (Táncsics Mihály Gimn., Orosháza) kapott.

A Nemzetközi Kémiai Diákolimpia 2023-ban Zürichben lesz, minden számítás szerint végre élőben, az ottani ETH (Szövetségi Műszaki Főiskola) szervezésében.

---

## A szám szerzői

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

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

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

**Formanné Kiss Andrea** középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

**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. Ludányi Lajos** középiskolai tanár, Berze Nagy János Gimnázium, Gyöngyös

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

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

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

**Papp Marcell** tanuló, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest

**Dr. Petz Andrea** középiskolai tanár, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs

**Sajósi Benedek** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

**Dr. Tóth Zoltán** ny. egyetemi docens, DE, Kémiai Intézet

**Varga Bence** középiskolai tanár, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium

## TARTALOM

<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ?</b> – Kálai Tamás.....	285
<b>MESTERSÉGE KÉMIATANÁR</b> – Palya Tamás .....	288
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	293
<b>KERESD A KÉMIÁT!</b> .....	305
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	309
Tóth Edina: Kémia angolul .....	309
<b>MŰHELY</b> .....	315
Tóth Zoltán: A kémiai részecskékkel kapcsolatos tanulói definíciók elemzése a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeivel..	315
Dobóné Tarai Éva: Távoktatás után – középiskola előtt .....	329
Ludányi Lajos: Természettudományos alapú döntéshozatalt vizsgáló kérdéssor.....	348
<b>NAPRAKÉSZ</b> .....	362
Lente Gábor, Ósz Katalin, Petz Andrea: VARÁZSLATOS KÉMIA 2022 nyári tábor Pécssett .....	362
<b>VERSENYHÍRADÓ</b> .....	365
Formanné Kiss Andrea: Nemzetközi Kémiai Torna – hazai pályán.....	365
Magyarfalvi Gábor: Beszámoló az 2022. év nemzetközi kémiai diákolimpiáiról.....	368
<b>A SZÁM SZERZŐI</b> .....	375

**A Mengyelejev Diákolimpia magyar csapata: Szabó Márton, Nemeskéri Dániel, Umida (a helyi kísérő), Dóra Márton, Sajósi Benedek**



**A diákolimpiai csapat Ljubjanába indulás előtt: Villányi Attila kísérő, Szabó Márton, Saracco Lucio, Papp Marcell, Nemeskéri Dániel**



## A 2022. év magyar csapatai a Nemzetközi Kémiai Tornán



### A Nemzetközi Kémiai Torna támogatói



**ELTE**  
EÖTVÖS LORÁND  
TUDOMÁNYEGYETEM



RICHTER GEDEON



Tudományos  
Olimpikonok