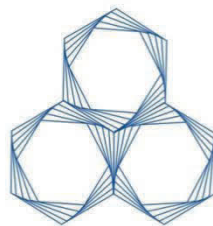


# Középiskolai Kémiai Lapok



XLV.

2018/5.



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

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

<b>2018. november</b>	<b>XLV. 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. Keglevich Kristóf, Dr. Ősz 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  
jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

**Készült:** Europrinting Kft.

**Megjelenik** évente ötször.

**Előfizetési díj** a 2018. 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 Archívuma (EPA) archiválja.

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

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

## Pályázatok

Az ENSZ 2019-et a Periódusos Rendszer Évének nyilvánította. Ez alkalmából a Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) nyilvános pályázatokat hirdet.

A pályázatokat szakmai zsűri bírálja el. A legjobb munkákat a Magyar Kémikusok Lapja közli. A pályázatokat az MKE Titkárságára, az mkl@mke.org.hu e-mail-címre kell benyújtani elektronikusan csatolt file-ban 2019. február 15-ig.

## Középiskolásoknak

**A periódusos rendszer és a XXI. század**

vagy az

**Elemi tudás (érdekes, hasznos elemek)**

témakörben, 2–5 ezer karakter terjedelemben várjuk fiataljainktól, hogy számukra milyen élményeket, használható ismereteket, tudást jelent, nyújt a kémiai elemek periódusos rendszere. Az írást illusztráció (videóanyag, animáció stb.) is kísérheti. Az anyagokat **periodusospaly\_név file-névvel** kérjük.

## Középiskolai tanároknak, egyetemi oktatóknak

középiskolai/egyetemi előadás megírására a

**Gondolatok a periódusos rendszer tanításáról a XXI. században**

témakörben, beleértve néhány elem/elemcsoport tanításának kérdését is. Az előadás terjedelme 1–4 folyóiratoldal lehet (egy teleírt oldalon szöközőkkel 7000 karakter fér el, ábrák nélkül). A történeti előzményeket kérjük minimálisra szorítani. Az anyagokat **periodusoselo\_név file-névvel** kérjük.

Az első három tanuló 15–15 ezer Ft díjazásban, az első három előadás szerzője 50–50 ezer Ft díjazásban és 2 éves MKE-tagságban részesül. Eredményhirdetések a 2019. évi Küldöttközgyűlésen, 2019 májusában.

## Mi lett belőled ifjú vegyész?

### Mestersége kémiatanár

#### Bán Sándor, a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium tanára

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

Kecskeméten nőttem fel, ott jártam kiváló iskolákba. Szerencsémre általános iskolában egy matematika oktatási kísérletnek lehettem résztvevője, így rengeteg matematikaórám volt, ami hamar a tudományok



felé sodort. Molekuláris biológusként, valamint biológia és (majdnem) kémia szakos középiskolai tanárként végeztem a szegedi József Attila Tudományegyetemen. Az egyetemet követően feleségemmel Szegeden telepedtünk le, mindketten itt találtunk munkahelyet. Rövid egyetemi oktatói szakasz után a tanári pályát választottam. 16 éve dolgozom a Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumban, jelenleg az iskolához kapcsolódó Termosz Laboratóriumot vezetem, emellett jut időm tanításra is: biológiát és – versenyzőknek – kémiát is tanítok. A kutatástól azonban nem teljesen szakadtam el, diákjaimmal számos kutatási projektet végzünk és élénken követem az öregdiákok tudományos pályafutását is.

*Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?*

1984-ben és 85-ben az Irinyi János Kémiaversenyen voltam a legjobb 10 között, 1986-ban 14., 1987-ben pedig 6. lettem az OKTV-n. A legjobb versenyemlékem mégis az olimpiai válogatókhoz kötődik. Az ELTE Kémiai Intézetének akkori oktatói (többek között Orsós Piroska, Hartmann Hildegard, Szepes László és Jalsovszky István) olyan hangulatot teremtettek, amely a mai napig lelkesít, amikor természettudományos oktatásról van szó. Külön megtiszteltetés, hogy

a válogatón elért helyezéssel lehetővé vált, hogy a magyar csapat guide-jaként részt vegyek az 1987-es, Veszprémben rendezett 19. Nemzetközi Kémiai Diákolimpián.

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

A kecskeméti Bányai Júlia Gimnáziumba jártam, ahol akkoriban rendkívül felkészült és motivált kémiatanárok tanítottak. A mi osztályunkban a kémiát dr. Varga Sándorné, Márta néni tanította és tette vonzóvá egy életre. Ő adott a kezembe először kihívást jelentő feladatsorokat és segített a megoldásban, ha elakadtam. Jókedvű és vidám természete, valamint segítőkészsége jelentős támogatást jelentett mindannyiunknak. Az órák izgalmasak és érdekesek voltak, amit a több évfolyamnak közösen tartott szakkörök egészítettek ki. A versenyfelkészülési időszakban szabadon kísérletezhettünk a jól felszerelt laborban és a szertár szakkönyveit is szabadon használhattuk. A középiskolás éveimben azonban nem csak a kémiával köttem szorosabb barátságot, hanem az emberi tudás számos területéről sokféle ismeret ragadt rám. Kiváló idegen nyelvi programok segítettek a nyelvtudásunk fejlesztését és kiemelkedő színvonalúak voltak a magyar- és történelemóráink is, amelyek megalapozták a klasszikus műveltségünket.

*Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?*

A KÖKÉL megjelenését mindig izgalommal vártuk, hiszen ebben jelentek meg a versenyek feladatai és egyéb izgalmas kémiai hírek is. Abból a korból néhány példányt a mai napig őrzök relikviaként a könyvespolcomon.

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

Kicsit nehéz elválasztani ma már, hogy ki a kémikus / fizikus / biológus, de ha egy természettudományos kutatót kell megnevezni, akkor ő bizonyosan Rosalind Franklin, akinek először sikerült jól értékelhető röntgendiffrakciós képet készíteni a DNS-ről. Az ő tudományos elhivatottsága és a támadások kereszttüzeiben is kitartó szorgalma példaértékű. Szegediként természetesen Szent-Györgyi Albert munkássága is jelentős hatással van rám. Különösen szellemi nyitottsága, az élete vége felé sem lankadó kíváncsisága és tanulási vágya hordoz üzenetet mindannyiunk számára.

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

A tanári pályát választó döntésemben meghatározó volt az, hogy kiváló tanárim voltak, valamint az is, hogy nagyon szeretek elmagyarázni bizonyos természeti jelenségeket. A középiskolai évek után egyértelmű volt, hogy a széles érdeklődési köröm ellenére csak a biológia és a kémia jöhet szóba tantárgyként.

*Mit gondolsz, mitől jó egy kémiaóra?*

Ez nagyon nehéz kérdés így általában. Egy tanítási óra szerintem akkor jó, ha a diákok gondolkodásukban gazdagabban távoznak, mint ahogyan érkeztek. Lehet, hogy egy izgalmas kérdést visznek magukkal vagy éppen egy látványos kísérlet emlékét, esetleg egy jelenség pontos magyarázatát vagy éppen a vidám órai hangulat emlékét, a lényeg, hogy mindig több legyen a tarisznyájukban, mint ha az óra nem történt volna meg.

*Ha csak egyetlen (vagy néhány) kémiaórát tarthatnál, arra milyen témát választanál?*

Ez nagyon izgalmas kérdés. Szerintem a DNS-ről tartanám, mert véleményem szerint ez a 21. század legfontosabb molekulája. A szerkezetét ismerve ma már akár középiskolások is gond nélkül tudják „programozni” a sejteket, mások számára hasznos élőlényeket létrehozva. A DNS-ben tárolt adatok gyors és hatékony megfejtése pedig lehetővé teszi egy új kereskedelmi ágazat: a genetikai információk piacának létrejöttét.

*Volt-e olyan pillanat vagy esemény a pályádon, amit különösen emlékezetesnek tartasz?*

Mivel lassan két évtizede elsősorban természettudományokban tehetséges diákokkal dolgozom, így az ő sikerük jelenti a munkám eredményességét. E sikerek közül is kiemelkedik a Vietnámban, 2016 nyarán rendezett 27. Nemzetközi Biológiai Diákolimpia, ahol tanítványaim két arany és egy ezüstérmet nyertek, tetejében úgy, hogy a magyar zsűritagok között is két egykori aranyérmes tanítványom segítette a fordítási és értékelési munkát. Ez az eredményes együttműködés kiemelkedő élménye tanári pályámnak.

A számos versenyeredmény mellett mégis azért vagyok a leghálásabb, hogy számos diákot sikerült hátrányos szociális helyzete ellenére elindítani az orvosi vagy kutatói pályán. Rendkívüli élmény, hogy az ember közreműködhet akár mélyszegénységben élő diákok támogatásában, és ők ezt a támogatást kiemelkedő szorgalommal és kitartással saját jövőjük építésére használják.

*Hogyan látod a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

Ez elég komplex dolog. A kémiaoktatásnak remek hagyományai vannak Magyarországon. Ezekből a hagyományokból mindenképpen érdemes erőt és ihletet meríteni. Ugyanakkor tudomásul kell vennünk azt is, hogy a világ rengeteget változott az elmúlt 25 évben, így azok a tanári módszerek már nem működnek, amelyekkel bennünket tanítottak az iskolában vagy az egyetemen. A mindennapokban a természet távolabb került a diákoktól, így egyre több – számunkra magától értődő – természeti jelenség inkább tananyag számukra, semmint tapasztalat. A természettudományban pedig mégiscsak a természetnek közvetlenül feltett kérdések és az ezekre kapott válaszok a legizgalmasabbak. Azt gondolom, hogy ebben a kérdezős-beszélgetős hozzáállásban kellene fejlődniünk, hogy a diákok számára hatékonyabban mutassuk meg a körülöttük és velük élő természetet. Mindezt persze olyan kommunikációs környezetben, amelyben ők most élnek. Ez komoly erőfeszítést kíván nem csak a diákoktól, hanem tőlünk tanároktól is. Bízom benne, hogy a hazai kémiaoktatás is megbirkózik majd ezzel a kihívással.

*Milyen terveid vannak az elkövetkezendő évekre?*

Jövőre Magyarországon rendezzük a 30. Nemzetközi Biológiai Diákolimpiát, amelynek szervezésében és a feladatok írásában is részt veszek. Ez komoly kihívás, egyúttal rendkívül izgalmas munka is. Biztos vagyok benne, hogy Magyarország szakmai és turisztikai szempontból is jó élményként marad majd meg vendégeink emlékezetében.

2020-tól pedig egy kutatási és fejlesztési programot szeretnénk elindítani a Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumhoz kapcsolódó Termosz Laboratóriumban. A tervezett program célja, hogy a dél-alföldi diákok természettudományos oktatását segítsük.

# GONDOLKODÓ



## Feladatok

*Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,  
Zagyai Péter*

A megoldásokat 2019. január 14-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.

**K307.** A kémiadolgozat egyik feladata: Az **A** anyag színtelen kristályokat alkot normálállapotban (101325 Pa, 0 °C). Ezeknek  $m$  grammját 10 tömegszázalékos sósavhoz adjuk. Az így kapott 5 tömegszázalék hidrogén-klorid-tartalmú oldatot nátrium-hidroxiddal semlegesítjük, és bepároljuk. 16,03 g tiszta nátrium-kloridot kaptunk így. Mi volt **A**, és mennyi volt  $m$ ?

Persze Vendel percek alatt választ adott. Aztán még egyet, és még egyet. Eztán megállt, és elgondolkodott. Hasonló válaszokból akár ötöt is tudnék írni, de van két megoldásötletem, amivel bosszanthatnám Szecsői tanár urat. Kis utánaszámolás után az egyik lehetőséget végül elvetette.

*Mik lehettek Vendel válaszai és ötletei?*

(orosz feladat nyomán)



**K308.** Van Vendelnek pár, vékony vasdrótokból álló hálója. Úgy gondolta, hogy ezek házi laborjában szűrőként szolgálhatnának. Eldöntötte, hogy savas közegben nem szeretné ezeket használni, de semleges vagy lúgos vizes oldatokból esetleg nagyobb szemcseméretű anyagokat megszűrnie a hálókön. Sajnos az egyik már kissé rozsdás, de a többit szeretné a korróziótól megvédeni.

a) *Miért nem célszerű a hálót savas oldatban használni?*

Utánanézett, hogy egy cég elfogadható áron galvanizálná, és a réz-nikkel-króm bevonatrendszerrel ajánlja: azaz először rézzel, majd nikkellel, végül krómmal vonja be a vastárgyat. A cég a leírás szerint a fémalkatrészt katódnak, negatív pólusnak köti be egy egyenáramú rendszerbe, és a fémalkatrészt elektrolitba meríti, amelybe a védő fém merül anódként (jelen esetben a réz, a nikkel, illetve a króm). Ez lesz a pozitív pólus. A védő fém így előbb beoldódik az elektrolitba, majd a védendő fémtárgyon kiválik.

b) *Érdemes-e Vendelnek a kissé már rozsdás fémhálóját is a fenti bevonatrendszerrel védeni?*

c) *Megoldható lenne-e a bevonatkészítés egyszerűen úgy, hogy a vashálót először réz(II)-szulfát-oldatba merítjük, amíg megfelelő vastagságú bevonat képződik, aztán nikkel(II)-szulfát-oldatba, végül króm(III)-szulfát-oldatba?*

d) *Miért lehet hatékony a réz-nikkel-króm bevonatrendszer ilyen sorrendben?*

*Válaszaidat indokold! Ahol lehet, írd reakcióegyenletet is!*

(Borbás Réka)

**K309.** Egy rádiócsillagász kutatócsoport 2014-ben egy szokatlanul hideg fehér törpét azonosított. A fehér törpék egyes csillagok fejlődésének végállapotát jelentik: a csillag pályafutása vége felé külső rétegeitől megválnak, majd magjából egy nagyon nagy sűrűségű objektum jön létre. A fehér törpék főként szénből és oxigénből állnak, és nagyon lassan hűlnek, majd évmilliárdok múlva végleg elhalványodnak. Ez a nevezett objektum kb. 11 milliárd éves, és legnagyobb részét szénből áll. Tömege a Nap tömegének kb. 1,05-szerese, hőmérséklete nem magasabb 3000 K-nél. A kutatók úgy vélik, hogy egy ilyen „hideg”, összeroskadt csillag nagymértékben kristályos szénből áll, szokás azt állítani,

hogy tulajdonképpen gyémánt. (Jól hangzik, hogy Föld méretű gyémántok csillognak az űrben. A fehér törpék mérete ugyanis jellemzően összemérhető a bolygónkéval.)

a) *Ha a fehér törpe tiszta szén, akkor hány szénatomból áll? Mekkora lenne a térfogata, és ez hogyan aránylik a Földéhez?*

A számításhoz vegyük a fehér törpe hőmérsékletét 2800 K-nek. Ezen a hőmérsékleten a gyémánt sűrűsége  $3,39 \text{ g/cm}^3$ .

A helyesen elvégzett számolás súlyos ellentmondásra vezet.

Vendel egyik barátja szerint arról lehet szó, hogy a csillag összeroskadása során bizonyára nagy nyomás uralkodott, így a gyémántnak egy nagyobb sűrűségű „változata” lehet jelen, ahol a kötéshosszak kisebbek, mint a légköri nyomású gyémántban: egyfajta összepréselt gyémánt.

Vendel ezt nem tartja lehetségesnek – és igaza van.

b) *Miért? Érveld az „összepréselt gyémánt” hipotézis ellen! Ha nem arról van szó, hogy a gyémánt szerkezet zsúfolódott némiképp össze, akkor vajon hogyan képzelhető el a szénatomokból ilyen nagy sűrűségű objektum létrejötte?*

Vendel odáig merészkedett, hogy a feladat első kérdését is hibásnak, félrevezetőnek tartja.

c) *Mit tart benne problémásnak? Mi a véleményed arról, hogy a fehér törpe anyagát sokszor a gyémánthoz hasonlítják? Miben hasonlíthat, miben térhet el attól?*

(Borbás Réka és Zagyi Péter)

**K310.** Egy 500 gramm klóros vizet tartalmazó lombikot hosszasan intenzív napfénynek teszünk ki. Lassú gázfejlődés tapasztalható, a fel szabaduló gáz 0,48 l térfogatú  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékleten és 101310 Pa nyomáson.

a) *Milyen gáz fejlődik az oldatból?*

b) *Legalább hány tömegszázalék klórt tartalmazott a klóros víz?*

(ukrán feladat)

**K311.** A kandírozás fortélyai kémiai szemmel: Először egy szirupot készítünk úgy, hogy 0,50 kg cukrot (tekintsük tiszta répacukornak)

elkeverünk 0,50 liter vízzel. A szirupot addig forraljuk, ameddig szálát nem húz, azaz forráspontja eléri a 104 °C-ot.

a) *Mekkora a cukor tömegszázaléka ekkor a szirupban? Mennyi vizet párologtattunk el eddig?*

Ezután hozzáadjuk a kandírozni kívánt gyümölcsöt (ekkor mennyiségű sziruphoz kb. 0,6-0,7 kg számítható), és 30-60 percen át főzzük, vagy kb. 3 napra a szirupban hagyjuk állni, a kívánt állag eléréséig. A szirupból kivett gyümölcsöt szárítjuk, és cukorba forgatjuk. A gyömbért kandírozás előtt célszerű fél-egy órán át főzni, esetleg a főzővizet cserélve. Ekkor víztartalma megnő. A főtt gyömbért tesszük bele a szirupba, és tovább főzzük, vagy hosszabb ideig állni hagyjuk.

b) *Milyen fizikai folyamat játszódik le a gyümölcsben a kandírozás során?*

c) *Miért tartósít a kandírozás, azaz miért nem penészedik, rothad meg a kandírozott gyümölcs?*

Egy alkalommal olyan szirupot készítettünk, amelynek forráspontja 108,3 °C volt, és a fenti recept szerint készült. Ebbe 650 gramm főtt gyömbért tettünk. A forralási idő végén a szirup forráspontja 105,1 °C lett. A forralás során a szirup és a gyümölcs együttes tömege 820 grammra csökkent, amiből 440 gramm kandírozott gyömbért szűrtünk ki.

d) *Hogyan változott a szirup víztartalma a kandírozás végéig?*

e) *Mekkora lett a kandírozott gyömbér (amelynek saját cukortartalma elhanyagolható) tömegszázalékban kifejezett cukortartalma?*

Tegyük fel, hogy a szirup forráspontja csak a cukortartalomtól függ. A répacukoroldat forráspontjának és tömegszázalékos cukortartalmának kapcsolatát az alábbi táblázat összegzi.

$m/m\%$ cukor	10	20	30	40	50	60	70	80	90,8
forráspont (°C)	100,4	100,6	101	101,5	102	103	106,5	112	130

(Borbás Réka)

**K312.\*** A szén-tetrakloridot karcinogén és ózonpajzs-károsító hatása miatt igyekeznek száműzni a laboratóriumokból. De az oldhatóság szemléltetésére, a jód apoláris oldószerben való oldására, illetve vizes oldatból való kivonására igen hatékony volt. Egy forrás a Volasil nevű terméket ajánlja a szén-tetraklorid helyett. Hasonlítsuk össze a szén-tetraklorid és a Volasil hatékonyságát!

A következő adatok állnak rendelkezésünkre. A megoszlási hányados ( $K_D$ ) 25 °C-on a szén-tetraklorid esetében 89,9, a Volasil esetében 49,0 vízzel szemben. A megoszlási hányados a szerves oldószerben oldott jód egyensúlyi koncentrációjának ( $[I_2(\text{szolv})]_e$ ) és a vízben oldott jód egyensúlyi koncentrációjának ( $[I_2(\text{aq})]_e$ ) hányadosa, azaz

$$K_D = \frac{[I_2(\text{szolv})]_e}{[I_2(\text{aq})]_e}$$

50,0 cm<sup>3</sup> 0,100 g/dm<sup>3</sup> töménységű vizes jóddoldatot rázóitölcsérben összerázunk 10,0 cm<sup>3</sup> szén-tetrakloriddal, illetve egy másik kísérletben ugyanilyen mennyiségeket használva Volasillel.

- Mekkora tömegű jód került az egyes esetekben az apoláris fázisba? Hány százaléka ez a víz teljes eredeti jódtartalmának?*
- Ebben a kísérletben hány százalékkal több jódot tudott a szén-tetraklorid „eltávolítani” a vizes fázisból, mint a Volasil?*
- Hogyan változna a kétféle apoláris fázisba kerülő jód százalékos mennyisége, és a hatékonyságok aránya, ha az egyszeri 10,0 cm<sup>3</sup> helyett kétszer 5,00 cm<sup>3</sup> apoláris oldószert használnánk a kiindulási 50,0 cm<sup>3</sup> 0,100 g/dm<sup>3</sup> töménységű vizes jóddoldathoz, és a két részletet az elválasztások után egyesítenénk?*

(Borbás Réka)

**K313.\*** A szertárban elfogyott az analitikai tisztaságú szóda. Találtunk szennyezést is tartalmazó, technikai tisztaságú szódát, amit átkristályosítással szeretnénk megtisztítani. Kinéztük a megfelelő adatokat az átkristályosításhoz, amelyek az alábbi táblázatban szerepelnek.

hőmérséklet (°C)	0	15	28	35	42	60	100
oldhatóság (g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /100 g víz)	7,0	16,4	34,1	48,7	48,1	45,6	43,6

Az adatok alapján azt terveztük, hogy pontosan  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on készítünk telített oldatot, majd ezt lehűtjük  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra, és a kapott, kivált kristálysódát használjuk a későbbiekben a laborban. Először egy kisebb adaggal próbát végeztünk. Ezért kimértünk annyi  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet, hogy  $5\text{ gramm Na}_2\text{CO}_3$ -tal  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on telített oldatot kapjunk, majd ebbe beleszórtuk az  $5\text{ gramm}$  sót. Ekkor meglepődve tapasztaltuk, hogy a teljes sómennyiség feloldódott, csak némi oldhatatlan, szürke por maradt a főzőpohár alján. (Az oldhatatlan por tömege többszöri méréssel  $0,315\text{ gramm}$ -nak adódott átlagosan.) Ezért lehűtöttük az oldatot, de csekély mértékű sókiválást is csak  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  környékén tapasztaltunk. Így arra a következtetésre jutottunk, hogy a vegyszeres dobozban nem technikai  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  van, hanem annak kristályvizes változata. Ezért  $10,0\text{ gramm}$  technikai tisztaságú kristályvizes szódát  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on melegítettük tömegállandóságig, így tömegének  $59,0\text{ }\%$ -át elvesztette.

- a) *Mekkora volt az oldhatatlan szennyező tömegszázaléka a mintában?*  
b) *Mi volt a dobozban található szóda összetétele?*

Végül a dobozban található maradék  $227,3\text{ gramm}$  anyagot feloldottuk annyi vízben, hogy ha tiszta kristálysóda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) lenne, akkor  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on telített oldatot kapjunk, majd lehűtöttük  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra.

- c) *Mennyi vizet használtunk az oldáshoz?*  
d) *Mennyi tiszta kristálysódát nyerhettünk így?*

(Borbás Réka)

**K314.\*** Egy különleges ionvegyületnek mind a kationja, mind az anionja fémion. Vízzel készségeesen, maradéktalanul reagál. Ekkor a kationfémnek vízben jól oldódó, erős bázisként viselkedő hidroxidja keletkezik, az anionfém pedig ionosból elemi állapotúvá válik, és oldatlan formában marad. A vegyületnek  $3,1973\text{ g}$ -ját apró részletekben kb.  $10\text{ cm}^3$  vízzel reagáltatjuk (ez bőséges felesleget jelent), s a reakcióban intenzív gázfejlődést tapasztalunk. Miután az összes gáz eltávozott, az oldatot leszűrjük – ezzel eltávolítva az elemi fémet –, majd pontosan  $100,00\text{ cm}^3$ -re hígítjuk. Az így előállt törzsoldatnak  $10,00\text{ cm}^3$ -es részleteit titráljuk  $0,1\text{ mol/dm}^3$  névleges koncentrációjú,  $0,984$  faktorú sósav mérőoldattal metilvörös indikátor jelenlétében. Az átlagfogyás:  $9,85\text{ cm}^3$ . Egy másik, ugyancsak  $10,00\text{ cm}^3$ -es törzsoldatrészletből he-

xakloro-cerát(IV)-ionok  $[\text{CeCl}_6]^{2-}$  feleslegének segítségével 0,2998 g csapadék választható le.

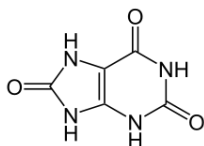
*Írd fel a különleges vegyület vízzel való reakciójának rendezett egyenletét!*

(Varga Bence)

A következő feladatok megoldásához hasznos segítséget nyújthatnak a KÖKÉL korábbi számaiban megjelent összefoglalók. Ehhez a feladat-sorhoz a következők áttekintését javasoljuk:

- A kristályok szerkezetéről, KÖKÉL 2004/2.
- A pH hatása a csapadékok oldhatóságára, KÖKÉL 208/5., 355. o.
- Spektroszkópia, abszorbancia, KÖKÉL 2009/5., 359. o.

**H296.** A húgysav a gerinces nitrogénanyagcsere egyik fontos végterméke, nevének megfelelően az emlősök vizeletében is előfordul. Nem túl jól oldódik, 1 liter vízben 64 mg. Első laboratóriumi előállításánál karbamidot és glicint reagáltattak, ekkor keletkezett a húgysav.



a) *Írd fel a képződés reakciójának rendezett egyenletét!*

A fent feltüntetett, stabil semleges szerkezet nem magyarázza, hogy a húgysav többértékű savként viselkedik. Az ismert  $pK_a$  értékek: 5,4 és 11,3.

b) *Rajzolj fel olyan szerkezetet, ami megmagyarázza a savas viselkedést! Mekkora a telített vizes húgysavoldat pH-ja?*

c) *Mekkora a disszociálatlan húgysav koncentrációja a vizeletben (tipikus húgysavtartalom 400 mg/liter, pH 5,9), és a vérplazmában (húgysav 40 mg/l, pH 7,4)?*

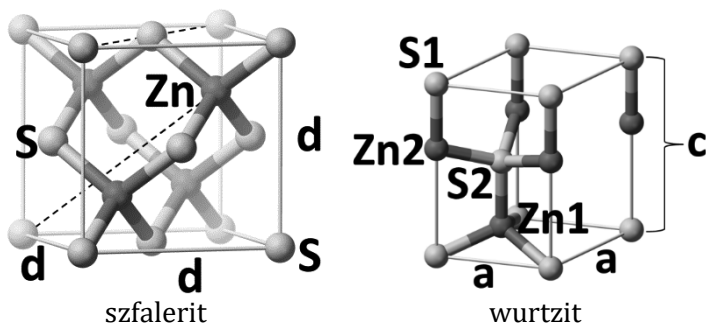
A húgysav a biológiai folyadékokban az aszkorbinsavhoz hasonló anti-oxidáns, azaz redukálószer. Egyes elméletek szerint ennél fogva az emberi evolúcióban kulcsszerepet játszott, az intelligencia, illetve az éhe-

zéstűrés, és így a civilizációs elhízás egyik kulcsvegyülete. Gyakori oxidációs terméke a szimmetrikus, C-C kötést nem, de három C=O csoportot tartalmazó triuret ( $C_3H_6N_4O_3$ ) molekula.

d) Írd fel a húgysav és hidrogén-peroxid triuretet eredményező reakciójának rendezett egyenletét! Mi a triuret szerkezete? Van-e köze a közismert biuretpróba-hoz?

(Magyarfalvi Gábor)

**H297.** A cink(II)-szulfidnak két közismert kristályos módosulata is létezik, a szfalerit és a wurtzit. A szfalerit elemi cellája köbös, a wurtzité hexagonális, az atomok elhelyezkedését a mellékelt ábrák mutatják.



A szfalerit sűrűsége  $4,090 \text{ g/cm}^3$ .

a) Számold ki ebből a Zn-S kötéstávolságot, a  $d$  cellaállandót, és adj meg felső korlátot a kénatom kovalens sugarára! Számold ki a wurtzité sűrűségét és cellaállandóit ( $a$  és  $c$ ) azt feltételezve, hogy benne a Zn-S kötéstávolság megegyezik a szfaleritével!

Ez a két kristályszerkezet igen elterjedt a természetben. A gyémánt, a szilícium és a szilícium-karbid is szfalerit típusú rácsban kristályosodik. A gyémántnak létezik a természetben nagyon-nagyon ritkán előforduló wurtzité típusú módosulata is, ennek a neve lonsdaleit. A gyémánt sűrűsége  $3,52 \text{ g/cm}^3$ , az elemi szilíciumé  $2,33 \text{ g/cm}^3$ .

b) Ebből a két adatról becsüld meg a szilícium-karbid és a lonsdaleit sűrűségét!

A  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $0,917 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű jég is wurtzité szerkezetű. Itt minden rácspontban egy vízmolekula van, amelyben a kötésszög  $104,5^\circ$ , az oxigén-hidrogén kötéstávolság pedig  $96 \text{ pm}$ .

c) *Becsüld meg a H $\cdot\cdot$ O hidrogénkötésben lévő atommagok távolságát ezekből az adatokból!*

(Lente Gábor)

**H298.** A cianidok vizes oldatában a cianidionok meghatározására számos módszert dolgoztak ki. Egy 0,500 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú KCN-oldatot fogunk vizsgálni. A titráláshoz 0,100 mol/dm<sup>3</sup> AgNO<sub>3</sub>-oldatot fogunk használni.

A cianidoldat 10,00 cm<sup>3</sup>-es részletét 100 cm<sup>3</sup>-re egészítjük ki desztillált vízzel, és hozzáadunk 5 cm<sup>3</sup> 5 mol/dm<sup>3</sup>-es ammóniaoldatot és 2 cm<sup>3</sup> 0,1 g/cm<sup>3</sup>-es KI-oldatot. Majd az AgI sárga színének megjelenéséig titráljuk.

a) *Mennyi az ezüst-nitrát-mérőoldat fogyása ( $V_f$ )?*

b) *Írd fel a lejátszódó folyamatok egyenleteit! Mi az ammónia szerepe a folyamatban?*

A továbbiakban szükséges adatokat, állandókat a szakirodalomból javasoljuk megkeresni.

c) *A végpontban mennyi az egyes ionok koncentrációja (az ammónia jelenlététől eltekintve)?*

A fenti titrálás elvégezhető elektrokémiai végpontjelzéssel is. Ebben az esetben a következő galvánelemet állítjuk össze: az egyik félcella telített kalomelelektród, a másik félcellában ezüst elektróda jelenlétében titráljuk a cianidoldatot (az eredeti oldat 10,00 cm<sup>3</sup>-ét 100 cm<sup>3</sup>-re egészítjük ki desztillált vízzel).

d) *Mennyi a két cella közötti potenciálkülönbség*

i. *0,1  $V_f$  cm<sup>3</sup> ezüst-nitrát-mérőoldat hozzáadása után?*

ii.  *$V_f$  cm<sup>3</sup> ezüst-nitrát-mérőoldat hozzáadása után?*

iii. *2 $V_f$  cm<sup>3</sup> ezüst-nitrát-mérőoldat hozzáadása után?*

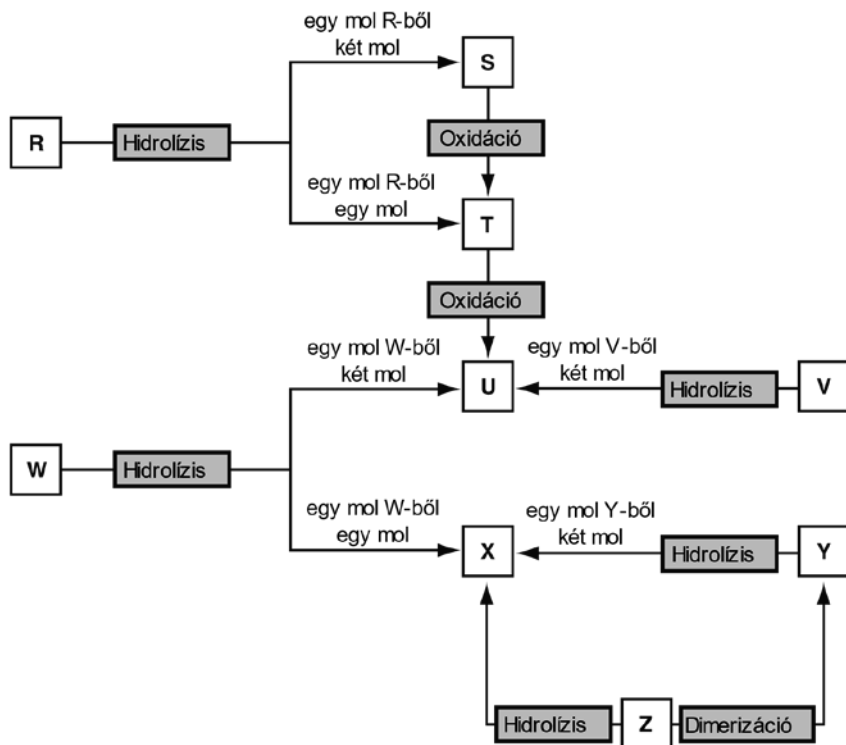
A kalomelelektrodát szeretnénk lecserélni egy olyan elektródra, amelynek potenciálja a titrálás végpontjában megegyezik a cianidos félcella potenciáljával.

e) *Javasolj olyan „referencia” cellákat, amelyek nem tartalmazzak: i) ezüstiont, ii) cianidiont, iii) egyiket sem!*

(Varga Szilárd)



**H299.** Az ábra az **R-Z** szerves vegyületek reakcióit mutatja. A vegyületek csak szén, hidrogént és oxigént tartalmaznak. Minden egyes szénatom pontosan csak egy másik szénatomhoz kapcsolódik minden egyes vegyületben. Ez a kötés csak egyszeres, egyik vegyületben sincs szén-szén többszörös kötés.



*Rajzold fel a vegyületek szerkezetét!*

(brit feladat)

**H300.**  $\text{NaBH}_4$  és  $\text{NiCl}_2$  vizes oldatainak összekeverésekor fekete csapadék keletkezik, amely számos szerves szintézisben használható katalizátorként. A reakció részletes vizsgálatához  $0,1200 \text{ mol/dm}^3$   $\text{NiCl}_2$  és

0,1000 mol/dm<sup>3</sup> NaBH<sub>4</sub>-oldatokat készítünk. A folyamatot spektrofotométerrel (is) vizsgáljuk, ehhez referenciaként 1,000 cm-es küvetát használva megmérjük a készített NiCl<sub>2</sub>-oldat abszorbanciáját 395 nm-en, amely 0,674-nak adódik.

Az első kísérletben 100,0 cm<sup>3</sup> NiCl<sub>2</sub>-oldatot keverünk 100,0 cm<sup>3</sup> NaBH<sub>4</sub>-oldattal, ekkor gáz- és csapadék képződését is megfigyeljük. Az oldatot megszűrjük, és a szűrletet 250,0 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. Ennek az oldatnak a 395 nm-en mért abszorbanciája 0,157. Sósav hozzáadására ez az oldat nem változik, NaOH hatására gélszerű, zöld csapadék válik le belőle.

Egy másik kísérletben 100,0 cm<sup>3</sup> NiCl<sub>2</sub>-oldatot 300,0 cm<sup>3</sup> NaBH<sub>4</sub>-oldattal kevertünk. 101325 Pa nyomáson és 25,0 °C hőmérsékleten a keletkező gáz térfogata 1835 cm<sup>3</sup>. A fekete csapadék tömege szűrés és szárítás után 769,1 mg. A szűrletet 500,0 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk, ezen oldat abszorbanciája 395 nm-en 0,000. Az oldat NaOH-hozzáadására nem változik. Az oldat 250,0 cm<sup>3</sup>-éhez metilvörös indikátort adva 6,00 cm<sup>3</sup> 0,5000 mol/dm<sup>3</sup> sósavra van szükség ahhoz, hogy az indikátor sárgából átmeneti színűvé váljék, s közben 294 cm<sup>3</sup> gáz is keletkezik (101325 Pa és 25,0 °C, a gáz azonos azzal, amely a NiCl<sub>2</sub> és NaBH<sub>4</sub> reakciójában korábban már keletkezett). A semlegesített mintához mannitot adva az indikátor színe vörösbe vált át, ezt 8,00 cm<sup>3</sup> 1,500 mol/dm<sup>3</sup> NaOH-oldat hozzáadásával lehet ismét átmeneti színűre visszaállítani.

a) *Állapítsd meg a fekete csapadék összetételét, és írd fel keletkezésének rendezett reakcióegyenletét!*

A folyamat messze legdrágább reagense a NaBH<sub>4</sub>.

b) *Hogyan lehetne ugyanezt a terméket NiCl<sub>2</sub>-ből kevesebb NaBH<sub>4</sub> felhasználásával előállítani?*

(Lente Gábor)

## KERESD A KÉMIÁT!



**Szerkesztő: Keglevich Kristóf**

### **Kedves Diákok!**

Az előző számban megjelent két idézet megoldásait a következő számban közlöm, most két újabb idézet következik. A kérdések talán ijesztően hatnak, de szakkönyvekben, illetve az interneten való nyomozással előzetes szeretlen, illetve szerves kémiai tanulmányok nélkül is meg tudjátok válaszolni őket. Remélhetőleg érdekes dolgok is kiderülnek majd, miközben a megfejtés után nyomoztok. A feladatmegoldásokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapra feltöltve lehet beküldeni, illetve esetleg – ha ezt a tényt a honlapon jelzitek – postai úton is: KÖKÉL Keresd a kémiát, ELTE Kémiai Intézet, 1518, Budapest, Pf. 32.

**Beküldési határidő: 2019. január 14.**

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

### **3. idézet (20 pont)**

*„nos, barátom, ha besétál a szobámba egy úr, akiből csak úgy árad a jódszag [angol eredetiben: a jodoform szaga], és akinek ezüstnitráttól feketéllik a jobb mutatóujja, ráadásul a cilindere is kidudorodik oldalt, mert siettékben odadugta a sztetoszkópját – nos, ha mindezekből a jelekből nem jönnek rá, hogy az illető gyakorló orvos, hát nagy számár volnék.”*

*(A Conan Doyle: Botrány Csehországban – a novella magyarul a Sherlock Holmes kalandjai c. kötetben, Takácsy Gizella fordításában jelent meg)*

**Kérdések:**

- a) Manapság a jódot fertőtlenítésre egy érdekes kiszerezésben használjuk Betadine® néven. Mi a neve annak a molekulának, amellyel a jódot kötésben (komplexben) van? Milyen előnyei vannak ennek a kiszerezésnek az alkoholos oldathoz (jódinktúrához) képest?
- b) Létezik egy közismert laboratóriumi reagens, amely a Betadine®-hoz hasonlóan vizes alapú, és komplexként tartalmazza a jódot. Mi a neve ennek a kémszernek? Mi lehet a Betadine® előnye hozzá képest?
- c) A jodoformot antiszeptikus (fertőtlenítő) hatása miatt sebkezelésnél használták. Milyen színű a jodoform? Rajzold fel molekulájának szerkezeti képletét!
- d) Milyen funkciós csoportok (azaz molekularészletek) kimutatására szolgál a jodoform-reakció a szerves analitikában? Nézz utána, hogyan kell végrehajtani! Milyen reagensek szükségesek hozzá? Milyen tapasztalatokkal jár?
- e) Az ezüst-nitrát színtelen. Mitől fekete mégis Dr. Watson ujja? Mivel lehetne lemosni? Írj két iont vagy molekulát, melyekkel az ezüstion komplexet képez! Add meg a komplex ionok nevét és képletét is!
- f) Az ezüstionoknak is antiszeptikus hatása van. Keress két olyan termékcsoportot, mely ezüstionokat tartalmaz e célból!
- g) Mi az ezüst-nitrát (magyar) köznapi neve? Honnét származik e név?

(Horváth Judit)

**4. idézet (10 pont)**

*„Az ösvényforduló kavicsos homokágyán  
váratlan egy iszonyu dög  
nyitotta, lábait cédán magasba lökve,  
míg izzadt méreg járta át,  
elénk, gúnyosan és semmivel sem törődve,  
kipárolgással telt hasát.  
A nap sugarai tán azért tündököltek  
úgy e sülő szemét fölött,  
hogy atomjaiban adják vissza a Földnek  
azt, amit az egybekötött.”*

(Charles Baudelaire: Egy dög – Szabó Lőrinc fordítása)

**Kérdések:**

a) A hullaszagot – számos más vegyület mellett – a kadaverin és a putreszcín okozza. Mi a neve azon, az élő szervezetben kötötten előforduló molekuláknak, amelyek bomlása során kadaverin és a putreszcín képződik? Rajzold fel ezen két kiindulási molekula képletét! Milyen típusú molekulában fordulnak elő kötötten?

b) Milyen típusú reakció során képződik a fenti esetben kadaverin és a putreszcín? Fogalmazd meg egy mondatban ennek a reakció típusnak a lényegét!

c) Hasonló módon jön létre az a nitrogéntartalmú szerves anyag, amely a hajszáleréket tágítja, a vérben való megjelenésével bőrpírt, viszketést okoz, az allergiás betegségek kialakulásában van szerepe. Mi a neve és szerkezeti képlete ennek az anyagnak?

d) Régen a metán laboratóriumi előállításakor is ugyanezt a típusú reakciót használták. Írd föl a reakció egyenletét!

e) Baudelaire a romlást költőként úgy érzékelteti, hogy a test atomjaira való szétbomlásáról beszél. Hogyan lenne javítható kémiai szempontból az atom szó, azaz milyen kémiai részecskékből áll az általa említett kipárolgás?

f) Nézz utána, milyen, az atomnál kisebb (elemi) részecskéket ismerhetett Baudelaire!

(Keglevich Kristóf)

# **KÉMIA IDEGEN NYELVEN**



## **Kémia angolul**

*Szerkesztő: Tóth Edina*

### **Kedves Diákok!**

Valószínűleg mindenki, aki érdeklődik a kémia és általában a természettudományok iránt, elképzelte már, hogy egy bűnügyi laborban tevékenykedik. A következő szöveg egy kémiai CSI – igaz, műszerek nélkül. A szöveg egy amerikai diákoknak készült könyvből származik, ezért egyes jelölések, anyagok furcsának tűnhetnek. Jó munkát kívánok!

A lefordított anyagokat 2019. január 14-ig küldjétek be a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül!

### **Metals: Product Liability**

... a lawyer calls you with a problem. He has a client who baked a loaf of whole-wheat bread. As the family was eating it for supper, they complained of hard bits and pieces in it; the client even broke her tooth biting down on one of the pieces. Examining the bread and flour, they found a number of what appeared to be metallic particles. Already, family members had swallowed some of these particles, and now they were worried more about poisoning than about the broken tooth.

The client called the lawyer intending to sue Happy Miller, the company that made and sold what seemed to be contaminated flour. The lawyer wants you to analyze these particles. If indeed they are metallic, could they have come from the machinery used to produce the flour? If so, shouldn't Happy Miller recall all its whole-wheat flour

packages? Or did the client purposely add some contaminant to the flour to extort money from Happy Miller.

A few quick phone calls find that the grinding, separating, mixing, and filling equipment at the flour mill is made of high chrome stainless steel and brass.

The family seems ordinary enough. The client has had problems with her teeth – lots of fillings, with not all costs covered by dental insurance. Her husband is a welder at a local construction plant and is partially blind in his left eye.

Your task is to analyze the contaminating particles, determine what they are, and give an opinion as to where they come from and how they got into the flour.

Materials:	
metal standard samples: copper, magnesium, aluminum, lead, zinc, iron, nickel, chromium test tubes hand magnifier or stereoscope 10 ml beaker with 5ml bromofrom (keep under hood) magnet forceps 6 M sodium hydroxide (NaOH) 6 M nitric acid (HNO <sub>3</sub> ) 6 M hydrochloric acid (HCl) 6 M ammonium hydroxide (NH <sub>4</sub> OH) 6 M acetic acid	0.1 M sodium sulfide (Na <sub>2</sub> S) 0.1 M potassium chromate (K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> ) 0.1 M potassium thiocyanate (KSCN) 3% hydrogen peroxide S & O reagent aluminon reagent dimethyl glyoxime solution unknown samples of contaminating particles test tube rack safety goggles lab apron disposable gloves small beaker of alcohol
<b>SAFETY ALERT! CHEMICALS USED</b>	

## Physical Tests

You must first determine the **physical properties** of these eight metals: copper (brass contains copper), magnesium, aluminum, lead, zinc (galvanized iron contains zinc), iron, nickel, and chromium (stainless steel contains iron and chromium). These tests are the easiest and are non-destructive. Make sure to record your observations.

1. Observe a sample of each metal under magnification. Note their size, shape, color, and any other characteristics that may aid in the identification.
2. Test the metals to identify which are magnetic.

Of these eight metal aluminum and magnesium are very light; their density is 2.70 and 1.74 g/cc. All the other metals are heavier, with densities greater than 7.00 g/cc. The density of liquid bromoform is 2.89 g/cc.

3. Test the density of your samples, using the bromoform under the hood. Use your forceps to retrieve the samples, then swish them around in the beaker of alcohol next to the bromoform to clean them off so that you can use them for further tests. Caution! Bromoform is toxic. Use it in a well-ventilated place.
4. Lead is soft and malleable. Can you scratch it? Bend it?
5. Observe the physical properties of the unknowns.

## Chemical Tests

6. Set up 16 test tubes in two rows in a test tube rack. Place one test tube in the third row. Add one piece of each known metal to the eight test tubes in the first row and one piece to each of the test tubes in the second row. These will be your standards.
7. Add 1 ml of  $\text{HNO}_3$  to one of each of the test tubes in the first row; note any reaction. Be patient; sometimes it takes longer for certain reactions to occur.
8. Add 1 ml of  $\text{NaOH}$  to the set of test tubes in row 2.



9. Add a sample of chromium and 1 ml HCl to the test tube in the third row.
10. If there appears to be different metal particles in your unknown sample, separate them and drop each into clean test tubes.
11. Repeat the tests performed on the standards on your unknowns. You may be pretty sure of what your samples are by now, but it is important, especially in forensic science, to be as sure as you can possibly be. After all, someone's life may depend upon it.

The confirmatory test listed in steps 12 through 19 are used to verify, or disprove, results. After you have narrowed the possibilities, pick the appropriate tests to identify the contaminating particles. Run a known standard if you are unsure of any outcome.

12. **In case of aluminium:** confirm it by adding 2 drops of aluminon reagent to the test tube containing your unknown sample in the NaOH, Mix and let it set for a while. Pink gel-like layer at the bottom of the test tube confirms the presence of aluminum.
13. **In case of copper:** add  $\text{NH}_4\text{OH}$  to the  $\text{HNO}_3$  solution until you get a deep blue solution.
14. **In case of magnesium:** add one or two drops of S & O reagent to the sample in the  $\text{HNO}_3$ ; then slowly add NaOH until you see the fluffy, blue precipitate or gel.
15. **In case of zinc:** add a few drops of sodium sulfide solution ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) to the metal in the  $\text{HNO}_3$  and look for the yellowish or white precipitate.
16. **In case of iron:** dilute your acid solution 10 or more times with water until it is almost clear. Add a drop of potassium thiocyanate (KSCN) and note a brown-red or red color.
17. **In case of lead:** add an equal amount of acetic acid (HAc) to the nitric acid ( $\text{HNO}_3$ ) solution. Do it in the hood, because HAc smells pretty bad – like very strong vinegar. Mix and add a few drops of bright yellow potassium chromate solution ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) to get an orange precipitate.

18. **In case of nickel:** add twice the amount of  $\text{NH}_4\text{OH}$  to the acid solution and mix it, and add a few drops of dimethyl glyoxime reagent to form a red-violet precipitate.
19. **In case of chromium:** confirm it by noting what happened when you added the  $\text{HCl}$  to the chromium. Look for the same reaction and add several drops of  $\text{H}_2\text{O}_2$ . A momentary yellow color should appear.

Készült: Barbara Deslich – John Funkhouser: Forensic Science for High School, Kendall/ Hunt Publishing Company 2006 című könyvének (ISBN 0-7575-1825-7), Chapter 9 Trace Evidence fejezetének 197-201. oldalai alapján

## 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.*

**Ludányi Lajos**

### **Amikor a „feleltető gépet” nem feleltetésre használjuk**

A legtöbb aktív táblához telepíthető egy interaktív feleltető rendszer (szavazórendszer), amely a válaszokon kívül méri a válasz beérkezéséig eltelt időt is. Ezek az időtartamok segítségünkre lehetnek a tudás mélységének feltárásában.

A kémiatanítás Bermuda-háromszögének tekinthető a makro-szubmikro-szimbólum rendszer által határolt háromszög (Tóth, 2000). A kémia egyszerre három szinten írja le a világot: a szemmel látható világ szintjén (makroszint), egy modellrendszer segítségével az atomok, molekulák szintjén (szubmikroszint) és mindezt egy speciális jelölésrendszerrel (szimbólumszint). A három szint közötti váltás teszi lehetővé, hogy például egy reakcióegyenlet láttán modellezni tudjuk azt, hogy atomi szinten mi történik, és ugyanakkor el tudjuk képzelni, hogy ennek a reakciónak a valóságban történő lejátszódásakor mit is tapasztalhatnánk. Egy kémiában jártas személy számára természetes folyamat az, hogy mindhárom szinten értelmezni tudja a folyamatokat, és folyamatosan váltani képes a három szint között, míg a diákok

számára ez komoly kihívás (Johnstone, 2000). Hogy diákjaink számára az egyes szintek között mennyire sikeres a váltás, azt nem csupán az ezt felmérő kérdésre adott helyes válaszok aránya jellemezheti, hanem a válaszadás sebessége is. Minél gyorsabban születik meg a helyes válasz, annál sikeresebben hívható elő a diák fogalmi rendszerében az adott kapcsolat. Vizsgálatom során éltem azzal az egyszerűsítéssel, hogy a fogalom rögzülését a hosszú távú memóriában (számítógépes hasonlattal élve) „egyetlen cím” alatt tárolódónak fogtam fel, annak ellenére, hogy a modern orvosi képalkotási módszerek egyértelművé tették, hogy ez nem igaz. Macskák tanulásának vizsgálatakor például kiderült, hogy egy geometriai forma felismerése esetén a macska agyában szétszórtnan, mintegy ötmillió sejtből váltódott ki válasz a tanulással kapcsolatosan. De az emberi tanulás esetében is a **p** és a **b** betű megkülönböztetéséhez szükséges képesség huszonkét, egymástól igen távol eső hely aktiválásával történik (Gopnik, 2009). Nyilvánvaló, hogy meg kell különböztetni egy fogalom tárolódásának fizikai megvalósulását az agyban (neuronhálózat) és a fogalom kapcsolatrendszer felépülésének modelljét (kognitív struktúra). Bár egy adott fogalom megalkotásához szükséges alkotók különböző agyi területekről származnak, az adott kérdésre adott válaszadás ideje mégis jellemzést adhat a kapcsolatrendszer fejlettségéről. Minél rövidebb idő alatt következik be a helyes válasz a kognitív struktúra segítségével, annál „kijártabb”, többször használatos a megoldási útvonal a valóságos neuronhálózatban is.

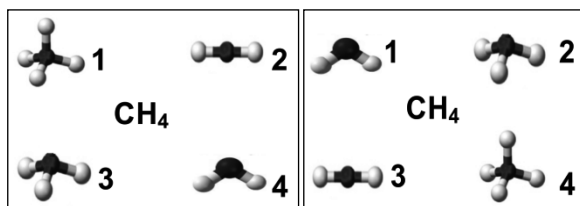
Felmérésem során a kémiai fogalmak képi és szöveges reprezentánsai közötti válaszidőt vizsgáltam, és ebből próbáltam következtetéseket levonni arra, hogy a már említett „háromszög” csúcsai közötti kapcsolatok milyen erősek. Gyorsabb válaszadás erősebb kapcsolatot feltételez. A mérést 7 iskola 494, 12-18 éves diákjának bevonásával végeztem, a 2017/18-as tanév során. A felmérésben való részvétel önkéntes volt és névtelenül történt.

### **A módszer**

A válaszidővel (reakcióidővel) kapcsolatos vizsgálatok mindegyike a számítógéphez kapcsolódó, nagy pontosságú időmérést használja. A felmérésemet arra építettem, hogy az iskolák jó részében található szavazógépek mindegyike méri a válaszadás idejét, illetve beállítható rajtuk a válaszok időkorlátja is. Én az ActiveInspire, digitális táblával

összekapcsolt, alfanumerikus billentyűzetű szavazórendszerét használtam.

Az aktív táblán számozott ábrák jelentek meg egy fogalommal kapcsolatban. Kellő időt hagytam arra, hogy az ábrákkal kapcsolatos képzetek aktiválódjanak a tanulók agyában, betöltődjenek a munkamemóriába. Ezt követően megjelent a kivetítőn az ábrákkal kapcsolatos kifejezés, ábra, és a felmérésben résztvevőnek azt a számot kellett válaszként bevinni a billentyűzeten, amelyik ábrára ez szerintük vonatkozott. Ugyanez visszafelé is megtörtént, például egy középen látható képlethez kellett a megjelenő alakzatokból kiválasztani a neki megfelelőt. A számítógép azt az időt mérte, ami a kérdés felvillanásától a válasz beérkezéséig tartott. Egyidejűleg négy fogalom, ábra jelent meg a táblán; az előfelmérés tapasztalatai alapján ennyi egységet képes kezelni egy átlagos tanuló munkamemóriája. Az alábbi két ábra a felmérés két kérdését mutatja be:



Az első táblaképen a négy molekulaalakzat látszott, és később jelent meg kérdésként középen a  $\text{CH}_4$  képlet, míg a felmérés későbbi szakaszában, az újabb kérdésnél a  $\text{CH}_4$  felirat látszódott, majd ezt követően jelent meg a négy molekulaalakzat. Jelen esetben az volt a kutatási kérdés, hogy vajon a molekulaszervezetről a képlethez való eljutás ideje ugyanolyan időtartamú-e, mint a képlet alapján a megfelelő molekulaszervezet kiválasztása?

A felmérés 11 kérdése kiterjedt olyan kérdéskörre is, hogy a diákok mennyire kötődnek a tankönyvi ábrák hivatalos jelölésrendszeréhez, képesek-e elvonatkoztatni, ha más színkóddal, vagy csak kétdimenziósan jelenítünk meg például egy reakciót; vagy ugyanazon fogalom esetén milyen népszerűséget élvez annak makro-, molekuláris vagy szimbólumszintű megjelenítése.

A válaszadáshoz két gomb egymást követő megnyomása kellett (a válasz kódja és a „Küldés”), ami sajnos a kelletténél bonyolultabbá tette

a mérést. A szoftver az órajelet egy tizedes pontossággal jelenítette meg. Ez a pontosság elégséges, hiszen a válaszadás idejét olyan tényezők befolyásolták, akár több másodperces eltéréseket okozva, mint a beviteli mód (hány ujjal dolgozott a tanuló), testhelyzet (kézben a készüléke vagy a padon), téves gombnyomás javítása stb. A közel harmincperces felmérés ideje alatt nem lehetett elvárni, hogy ugyanazon mozdulatsorral történjen a bevétel, ezért az abszolút válaszütemek semmiképpen nem használhatók fel közvetlenül értékelésre. Másik probléma a memóriaeffektus, azaz hogy az egymás utáni kérdések nem származhattak ugyanazon témakörből, hiszen azok egy része már betöltődött a memóriába korábban. Hogy minden fogalom kötődését zavarmentesen lehessen vizsgálni, a memóriából el kell tüntetni a korábbi kérdés esetleges kapcsolatait. A „memóriatörlésre” népszerű sportlogók, rajzfilmfigurák, ételek, ismert festmények képnégyeseire történő rákérdezés volt a célravezető. A felmérés releváns kérdései és ezek a „törlő” kérdések váltva követték egymást. A memóriaeffektus elkerülésén túl ez arra is alkalmas volt, hogy már „bejáratott”, a napi rutinhoz kötődött reakcióidőkre adjon felvilágosítást. Ezek a többnyire kommersziális ikonokhoz, jelképekhez kötődő reakcióidők referenciaként szerepelnek a feldolgozás során.

A felsorolt problémák miatt a kiértékeléskor a relatív reakcióidőt kellett figyelembe venni. A tanuló 18 válaszáinak reakcióidejéből került megállapításra az átlagos reakcióidő (ÁR). Az átlagos reakcióidőből az adott kérdésre adott válasz reakcióidejének kivonása után az így kapott különbség és az átlagos reakcióidő hányadosa adja meg a relatív reakcióidőt (RR).

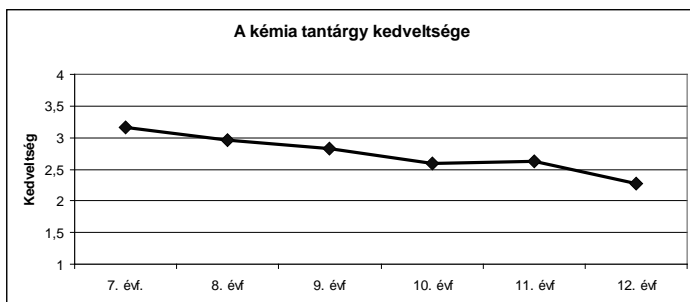
$$\text{relatív reakcióidő (RR)} = \frac{\text{átlagos reakcióidő (ÁR)} - \text{válasz reakcióideje (VR)}}{\text{átlagos reakcióidő (ÁR)}}$$

A formula számlálójában szereplő két időtartam felcserélése az emberi szemléletmód beállítódása miatt szükséges. Ez ugyanis azt sugallja, hogy minél nagyobb pozitív értéket kapunk, annál gyorsabban válaszolt a diák; ennél fogva a negatív értékek az átlagos válaszütemhez képest történő késésére utalnak. Az átlagos reakcióidő kiszámolásakor kihagyásra kerültek a 20 másodpercet meghaladó reakcióidők. Ennyi idő nem szükséges a válasz megadásához, és ezeknél az eseteknél többnyire valami technikai malőr történt.

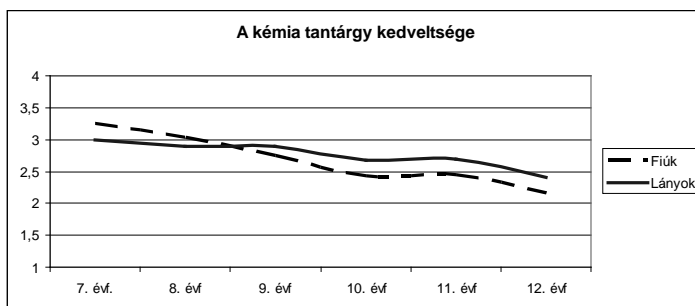
## A felmérés érdekesebb eredményei

A felmérés során rákérdeztem a válaszadó nemére, korára, a kémia tantárgyhoz fűződő attitűdjére. A kedveltség megállapításához 4-es fokozatú skálát használtam, ahol a négyes fokozat a nagyon kedveli, az egyes fokozat pedig a nagyon elutasító állapotot jelképezte. A négyes skála használatával nem lehetett semleges állapotot felvenni a kérdés megválaszolásakor.

A kémia kedveltsége a kezdeti, 7. évfolyamos 3,16 pontos elég jó megítélésről a középiskolai évek végére az inkább nem kedvelt térfélre kerül át, 2,28-as értékkel. A diákok részéről minden évben kicsit romlik a tantárgy megítélése. Még akkor is tart ez a tendencia, mikor már nem is szerepel a tanított tantárgyak között a kémia.



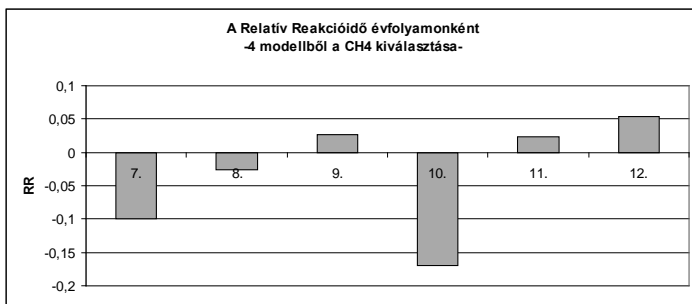
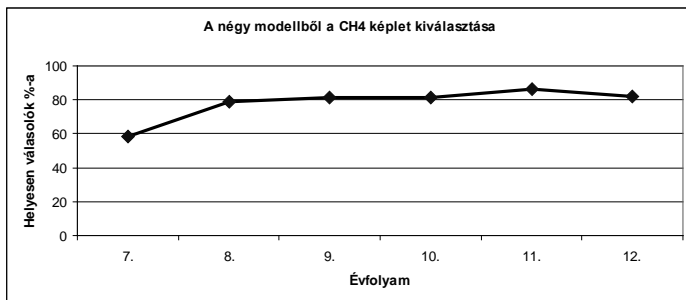
Ha külön vizsgáljuk a fiúk és lányok esetében a kémia tantárgy megítélését, a két görbét hasonló lefutásúnak találjuk:



A módszer bemutatásánál már példaként említett négy molekulaalakzatból a  $\text{CH}_4$  képlet megtalálásához szükséges idő a következő volt:

Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Helyes válaszok %-a	58,5	78,8	81,5	81,5	86,2	81,7
Relatív reakcióidő	-0,099	-0,026	0,026	-0,170	0,023	0,054

Látható, hogy a meghatározás sikeressége a 8. évfolyamtól kezdve körülbelül 80%-os. Ugyanakkor a felismerés sebességében az látszik, hogy évről évre javul a modell ismertsége, de 10. évfolyamon történik egy nagy visszaesés. Ugyanolyan a helyes válaszok százaléka 9. és 10. évfolyamon, de jóval tovább tart megtalálni a jó választ a 10.-eseknek. Ez egyelőre magyarázatra szorul, hiszen a szerves kémia tantárgy alpmolekulájaként tekintünk a metánra, és ekkor várnánk talán a legpozitívabb RR értéket. Ugyanakkor az is látszik, hogy a válaszadás ideje az iskolai évek végére a pozitív sávba kerül, ami azt jelenti, hogy az átlagos válaszadásuknál öt százalékkal gyorsabban találták meg a helyes választ.

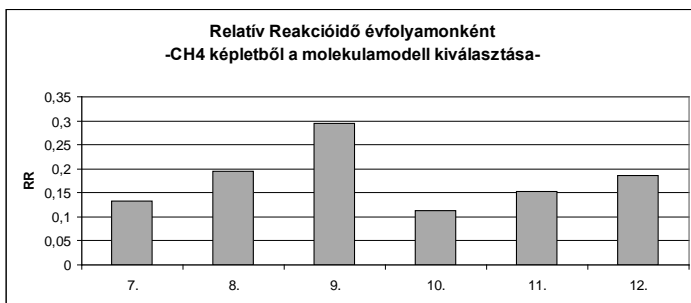
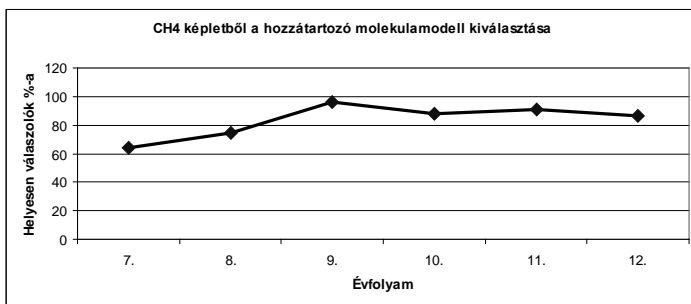




A visszafelé tartó folyamat, azaz amikor a  $\text{CH}_4$  képletből kiindulva kellett kiválasztani a lehetséges négy molekulamodellből a metánét, a következő eredményt adta:

Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Helyesen válaszok %-a	64,0	74,7	96,2	87,9	90,6	86,4
Relatív reakcióidő	0,132	0,195	0,294	0,114	0,153	0,186

Láthatóan sokkal sikeresebben történik meg a metán képletéből kiindulva a modell megtalálása, mint azt a korábbi esetben mértem.



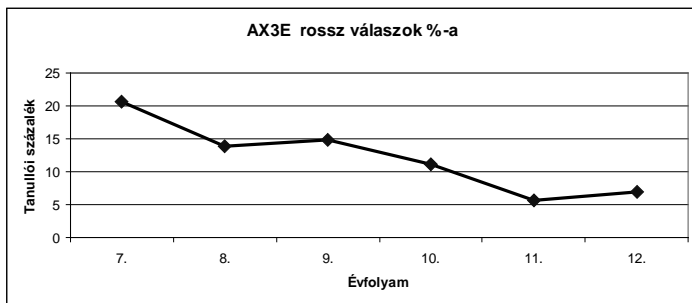
Az eredmény azzal magyarázható, hogy először a képletet tanulták meg a diákok, és ehhez kapcsolták később a neki megfelelő modellt. Tanulásmódszertani vizsgálatok eredménye, hogy a legelőször megismert képlet-modell kapcsolatok a legmélyebbek (Bethge és Niedderer, 1996). Ez a képlet→szimbólum útvonal a természetes az oktatásunkban, és nem a modelltől vezetjük le a képletet. Ennélfogva a diákok gyorsabban érték el a megfelelő információt, hiszen az agyukban a képlet láttán felidézhető a neki megfelelő molekula-

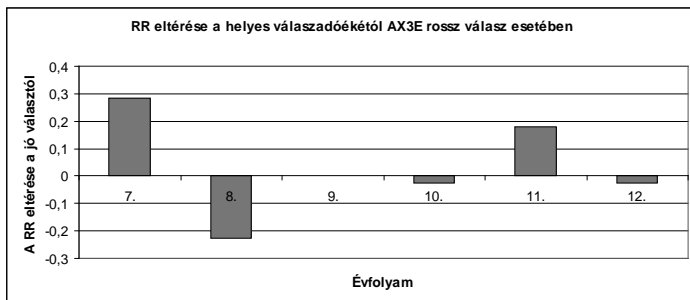
modell. Ellenkező esetben a négy molekulamodellből kiindulva valószínűleg a később megjelenő képlet alapján próbálták illeszkedést találni, mintsem mindegyik modellhez megjelenhettek volna reprezentánsok a tanulók munkamemóriájában.

Ugyanakkor felfedezhető a megoldáshoz vezető útvonal abban, hogy miként történt a legtöbb rontás. A megjelenő  $\text{CH}_4$  képletből az egyetlen, elsőre érzékelhető számadat a hidrogénatomok négyes kitevője. Ebből többen jutottak arra a helytelen következtetésre, hogy a probléma megoldása az, ha olyan molekulamodellt találunk, amely négy gömböt tartalmaz. Így az  $\text{AX}_3\text{E}$  modell volt a helyes választ követő legnépszerűbb rossz válasz.

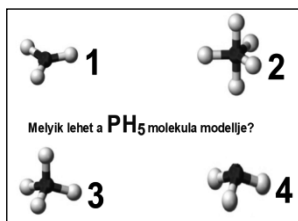
Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
$\text{AX}_3\text{E}$ válaszok %-a	20,7	13,8	14,8	11,1	5,7	7,0
Relatív reakcióidő	-0,383	0,20	0,0250	-0,146	-0,156	0,079
RR eltérése a helyes válaszadókétől	0,284	-0,226	0,001	-0,024	0,179	-0,025

Mint látható, a helyes és a rossz válaszok közötti válaszadás sebessége között nincs egyértelmű összefüggés. Azaz nem igazolódik az a feltételezés, hogy a rossz választ adók „gyorsan rávágják a választ”, ezért rontottak (pozitív eltérés mutatkozna az RR értékek eltérése sorban); vagy éppen többet is gondolkodtak, mivel nem tudták biztosan (ez esetben végig negatív értékű eltérés mutatkozna az RR értékek eltérése sorban). A hat évfolyamból három esetben a helytelen válaszok megadása gyakorlatilag ugyanazon sebességgel történt (9.; 10.; 12.) mint a jó válaszokra történő válaszadás.

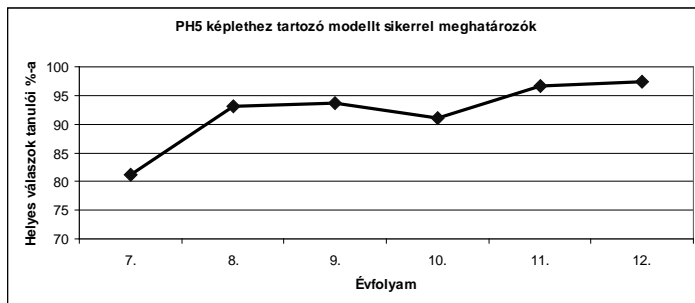




Ugyanakkor nem felejtkezhetünk el arról a tényről sem, hogy az első ilyen feladat, amelyben a vegyület és modelljének felismerése történt, előhívta, aktivizálta a tanuló agyában a megoldáshoz szükséges lépéseket. Bár a második ilyen típusú kérdés csak átlagosan két perccel később hangzott el – közben ugyanis volt egy „memóriatörlő” kérdés is –, de az aktívvá vált tudás hamarabb jutott érvényre. Ez utóbbi feltételezést bizonyítja, hogy az utolsó ilyen típusú kérdésre az előzetes várakozást felülmúlóan sok sikeres válasz született, nagyon jó reakcióidőkkel. Ez a négy képernyőn látható modell közül a megjelenő  $\text{PH}_5$  képlethez tartozónak a kiválasztása volt. A vegyület hipotetikus, nagy valószínűséggel ismeretlen a diákok előtt, de a már bejáratott módszerük – a központi atomhoz tartozó ligandumok számlálása – vezethetett eredményre.



Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
$\text{PH}_5$ -re adott helyes válaszok %-a	81,1	93,1	93,7	91,1	96,6	97,3
Relatív reakcióidő	0,046	0,156	0,074	0,082	1,90	0,143



## Következtetések

A mentális folyamatok reakcióidejének meghatározása a 70-es évek óta ismert módszer (Donders, 1969). A természettudományok oktatásával kapcsolatban eddig nem jelentek meg ilyen jellegű kutatással kapcsolatos eredmények. Jelen vizsgálat ebből a szempontból úttörő jelentőségű. Ugyanakkor láthatóvá vált a mérés során, hogy a reakcióidők vizsgálata sokkal precízebb laboratóriumi körülményeket igényel ahhoz, hogy valóban megbízható eredményekhez jussunk. Az eredmények viszont tanulságosak lehetnek a pedagógusok számára, hiszen megismerhetik, hogy tanítványaik esetében mekkora mentális befektetéssel jár tantárgyának egyes fogalmai közti váltás.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki a Debreceni Egyetem Neveléstudományi Tanszékének, hogy intézményi támogatást nyújtanak kutató munkámhoz.

## Hivatkozott források

Donders F.C. (1969) On the speed of mental processes. *Acta Psychologica* Volume 30, 1969, Pages 412-431

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0001691869900651> Elérh.:2018. okt.

Bethge, T.; Niedderer, H.(1996): Students' conceptions in quantum physics Idézi: Unal R.; Zollman D. (1999): Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis

[https://www.researchgate.net/publication/228800849\\_Students'\\_description\\_of\\_an\\_atom\\_A\\_phenomenographic\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/228800849_Students'_description_of_an_atom_A_phenomenographic_analysis) Elérh.: 2018. okt.

Gopnik A. (2009) : *The Philosophical Baby: What Children's Mind Tell Us About Truth, Love, and Meaning of Life*, New York : Farrar, Straus and Giroux pp.17 In: David Brooks: *A társas lény* Libri Kiadó 2013, pp. 76.

Johnstone, A. H. (2000): *Chemical Education Research: Where from Here?*, *University Chemistry Education*, 4 ( 1 ) 34-38.

Tóth Z. (2000): „Bermuda háromszögek” a kémiában. *Iskolakultúra* 2000/10 71-76.

**Szabó Bence Farkas**

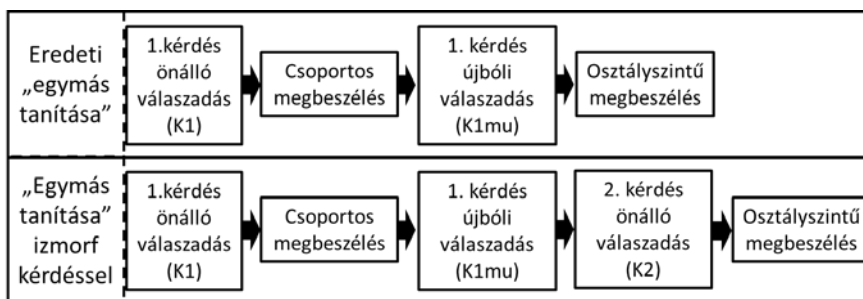
## **Izomorf kérdések hatása az „egymás tanítása” (peer instruction) módszer hatékonyságára**

A 21. században az oktatással szemben támasztott igények változása az oktatási módszerek fejlesztését követeli meg. Ezt az elvárást mintegy kiegészíti a gyermekek körül folyamatosan egyre ingergazdagabbá váló környezet, ahol az ingerek minősége is nagyban megváltozott a különböző mobil eszközök térhódításával. Ezeket az igényeket tanulóközpontú konstruktivista módszerekkel tudjuk kielégíteni, ahol a tevékenységek interaktívak és azonnali visszacsatolásra adnak lehetőséget. A Mazur-féle „egymás tanítása” egy a szakirodalomban megtalálható módszerek közül, amely e célok elérésében segítséget adhat.

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszert a Harvard Egyetem fizikaprofesszora, Eric Mazur dolgozta ki, hogy hallgatói alaposabban megértsék az órai során elsajátítandó új fogalmakat. A módszer olyan sikeresnek bizonyult, hogy a szemeszter végi vizsgát sikeresen teljesítő hallgatók száma megduplázódott a professzor kurzusain (Crouch & Mazur, 2001). Ezt követően a módszer széles nemzetközi érdeklődésre tett szert egyetemi körökben, első körben fizika tantárgyból, ami aztán bővült az informatika, matematika és biológia területeivel.

A kidolgozást követően, az „egymás tanítása” létjogosultságáról, más tantárgyak során való alkalmazásáról és a módszer egyes lépéseinek fontosságáról és finomításáról szóló munkák jelentek meg. A módszer lépéseiről és a nemzetközi szakirodalom áttekintéséről magyarul

olvashatunk Tóth Zoltán munkáiban: (Tóth, 2017a-d). 2009-ben viszont megjelent az első szakirodalmi cikk, amely a Mazur-féle „egymás tanítása” továbbfejlesztését tartalmazta. A munkafolyamat során (Smith és mtsai, 2009) ugyanis nem kapunk választ arra, hogy a diákok azért változtattak a válaszaikon, mert elfogadták egy megbízhatónak tartott társ választát, vagy a megbeszélés során tényleg jobban megértették a fogalmat és saját döntésük alapján módosították a választ (Smith és mtsai, 2009). Ennek a jelenségnek a tisztázására Smith és munkatársai egyetemi genetika kurzusukon az „egymás tanítása” munkafolyamatát módosították. Egy izomorf kérdést építettek be. Az izomorf kérdés azt jelenti, hogy a feladat megoldásához ugyanazon ismeretek, fogalmak alkalmazása szükséges, de más a „fedősztori”. A társmegbeszélést követő válaszadás után (K1mu), így egy plusz izomorf kérdéshez tartozó szavazással (K2) ellenőrizték a tényleges megértést, a jó válasz lemásolásával szemben. A kutatók azt a megfigyelést tették, hogy azok a tanulók, akik az önálló válaszadás (K1) során rosszul válaszoltak, de a társmegbeszélést követően (K1mu) a jó megoldásra módosították válaszukat (összes válaszadó 20%-a), nagyobb részt olyanok voltak, akik a második (izomorf) kérdésnél (K2) is helyesen válaszoltak (összes válaszadó 16%-a). Ugyanilyen módosítással vizsgálták a módszer fogalmi megértésre gyakorolt hatását informatika kurzusokon, és hasonló eredményre jutottak (Porter, Lee, Simon, & Zingaro, 2011).



1. ábra. Az eredeti és az izomorf kérdésekkel kiegészített „egymás tanítása” egyszerűsített blokk-sémája Porter és mtsai (2011) nyomán

Ezekből a munkákból látható, hogy az „egymás tanítása” még rejt magában kiaknázatlan lehetőségeket, amivel olyan diákokat is

elérhetünk, akiket eddig nem tudtunk az eredeti Mazur-féle módszerrel, vagy nem láttuk az egymás tanítása után még mindig fennálló hiányosságukat. Ezt a vonalat követve Smith és Porter kutatócsoportjai tovább módosították a munkafolyamatot. Az utolsó két lépés felcserélésével megfigyelték, hogy a gyengén teljesítő tanulók esetén a tanári megbeszélés, míg a jól teljesítő tanulók esetén a társakkal való megbeszélés eredményez nagyobb sikerességet (Smith és mtsai, 2011; Zingaro & Porter, 2014).

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer kipróbálására és adaptálására a középiskolai kémiatanításban az előbb felsorakoztatott igények és eredmények mind létjogosultságot adnak. A szakirodalomban erre a törekvésre már több példát is találhatunk (Dobóné Tarai, 2017; Tóth, 2017c). A módszer mellett szól még, hogy csak kis mértékben változtatja meg a hagyományos óravezetést, interaktív és azonnali visszacsatolást biztosít a diákoknak és tanároknak, kiegészíti a frontális tanítást problémaalapú és kooperatív tanítással, valamint épít a tanulók közötti aktív kommunikációra, így a teljes osztály aktívabb részvétele valósítható meg a tanórán. Segítségével fogalmi megértés és problémamegoldás elmélyítésére, fejlesztésére és ellenőrzésére van lehetőségünk.

Jelen vizsgálatban a „egymás tanítása” kipróbálását és az izomorf kérdések hatásvizsgálatát tűztem ki célul, hogy kiindulópontot találjak, melyik munkafolyamat adaptálása lenne célszerűbb a középiskolás korosztály számára.

## **Módszerek**

### *A csoport*

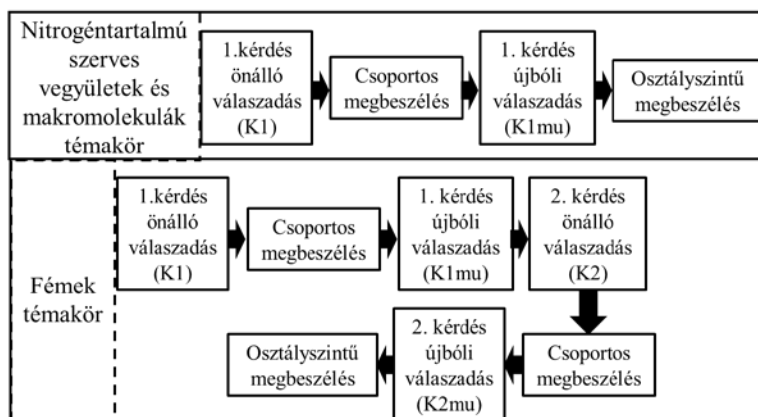
A vizsgálatokat egy 10. osztályos biológia-kémia specializációs csoportban végeztem el ( $n = 18$ , 3 fiú 15 lány), a nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák, valamint a fémek témakörében.

### *A módszer időkerete*

Az órák során a részösszefoglalásokat helyettesítve alkalmaztam a társtanítást. Az időkeretet ehhez úgy biztosítottam, hogy a diákok a tankönyv soron következő leckéjének elolvasását kapták házi feladatul, amihez a tanórát megelőzően egyszerű ismeret jellegű kérdéseket kaptak a Redmenta online rendszeren keresztül.

### A témakörök során alkalmazott munkafolyamat

A nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák témakör (első témakör) során 12 alkalommal használtam az „egymás tanítása” módszert a szakirodalomban szereplő eredeti munkafolyamat szerint (Lasry, Mazur, & Watkins, 2008). A fémek témakör (második témakör) során pedig 10 esetben alkalmaztam az „egymás tanítása” módszert a 2. ábrán látható módosított munkafolyamat szerint. Ebben az esetben, ha a jó válaszok aránya az önálló válaszadás során nem érte el a 75%-ot és társmegbeszélésre, majd újbóli szavazásra került sor, akkor a diákok egy izomorf feladatot is kaptak, ami formailag és megoldásmenetében megegyezett az elsővel. A második kérdést követően is csak akkor következett társmegbeszélés és újbóli szavazás, ha a jó válaszok aránya nem érte el a 75%-os küszöböt. A feladatok mindkét témakörnél alkalmazás szintű kérdések voltak egyszerű választás formájában (A-D). A kérdésekre a diákok színes, nagyméretű válaszkártyákkal válaszoltak, amiket egyszerre mutattak fel a válaszadás során, így minél kevésbé befolyásolva egymást. A válaszokat minden alkalommal gyorsan összeszámoltuk.



2. ábra. A két témakör során alkalmazott munkafolyamat egyszerűsített bloksémája

Smith és Porter vizsgálataikhoz tantermi szavazórendszereket használtak, amivel tanulóként volt lehetőség az adatgyűjtésre és így nyomon tudták követni a válaszadás változását. A szavazókártyák



viszont nem adnak lehetőséget személyenkénti adatgyűjtésre, így az idézett szerzők által kidolgozott munkafolyamaton módosítottam, hogy az adatgyűjtés a rendelkezésre álló eszközökkel ne legyen túlzottan bonyolult, mégis a maximális mennyiségű adatot szolgáltatassa. Eltértem továbbá a szakirodalomtól abban is, hogy olyan feladatok esetében, ahol az első kérdésre az önálló szavazást (K1) követően a jó válaszok aránya 75% fölött volt, nem alkalmaztam izomorf kérdést. Ennek a változásnak az oka az idő szűkössége, amit így nem emésztettek fel olyan kérdések, ahol a tanulók fogalmi megértése megfelelő, hanem olyan feladatokra maradt időkeret, ahol a fogalom megértése még időt és energiát igényelt. Ez a változtatás összhangban van a fent említett szerzők munkáinak eredményeivel, ahol ezek a feladatok (jó válaszok aránya 75%) mint „könnyű” kérdések kerülnek tárgyalásra és a vizsgálataik alapján itt a legkisebb a változás a jó válaszok irányába izomorf kérdés alkalmazása esetén.

#### *Izomorf kérdések a dolgozatok során*

A hagyományos és az izomorf kérdésekkel megtámogatott „egymás tanítása” összehasonlítását továbbá elvégeztem a témakörök végi témazáró dolgozatok segítségével. Itt mindkét esetben a tanulók öt izomorf egyszerű választásos feladatot kaptak a dolgozatban.

#### *A jutalmazás kérdése*

Mint minden plusz feladatnál, itt is motiválni kell a tanulókat. A tanórát megelőző olvasási feladat kérdéseinek kitöltésével és az órák során végzett aktív válaszadással pontokat gyűjthettek a tanulók, amelyeket, ha egy fejezet esetén elérték az összegyűjthető maximális pont 80%-át jeles érdemjeggyel jutalmaztam.

### **Eredmények**

#### *A társmegbeszélés során elvégzett munkafolyamat*

Az „egymás tanítása” folyamata során több alternatív forgatókönyv is lehetséges. Ezeket a tanulók helyes válaszai szabályák meg. Az első témakör során a Mazur-féle módszert alkalmazva 3 alkalommal a diákok legalább 75%-a jól válaszolt az önálló válaszadás (K1) során, így nem került sor társmegbeszélésre. 9 alkalommal az önálló válaszadás során viszont nem érték el a jó válaszok a 75%-os küszöböt, ennek

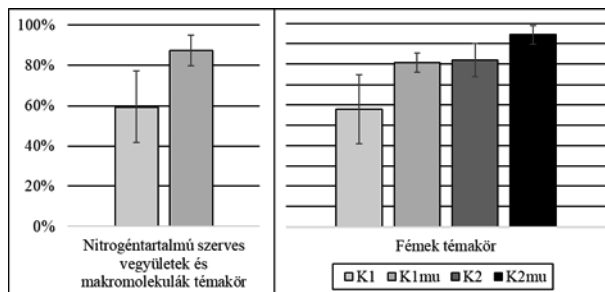
megfelelően társmegbeszélést végeztünk, majd újbóli szavazás következett (K1mu). A második témakör esetében 2 alkalommal az önálló válaszadás (K1) során 75% fölött volt a helyes válaszok aránya, így nem került sor társmegbeszélésre. 5 alkalommal az önálló válaszadás során a jó válaszok aránya nem érte a 75%-ot, ezért társmegbeszélést végeztünk (K1mu), amit izomorf kérdés követett (K2), ahol már a jó válaszok aránya 75% fölött volt. 3 alkalommal pedig a teljes módosított munkafolyamat megvalósításra került sor, ugyanis se az első (K1) se a második egyéni válaszadást (K2) követően sem volt 75% felett a jó válaszok aránya.

	Nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák témakör	Fémek témakör
1. kérdés önálló válaszadás (K1)	3	2
1. kérdés újbóli válaszadás (K1mu)	9	0
2. kérdés önálló válaszadás (K2)		5
2. kérdés újbóli válaszadás (K2mu)		3
Összes "egymás tanítása"	12	10

3. ábra. A társmegbeszélések során alkalmazott munkafolyamatok és ezek száma az egyes témakörök során

*Az „egymás tanítása” során adott válaszok arányai:*

A jó válaszok arányát vizsgálva látható, hogy az első témakör esetében az első egyéni válaszadás (K1) során a jó válaszok aránya átlagosan 59%, majd a társmegbeszélést követően emelkedett a jó válaszok (K1mu) száma 28%-kal.

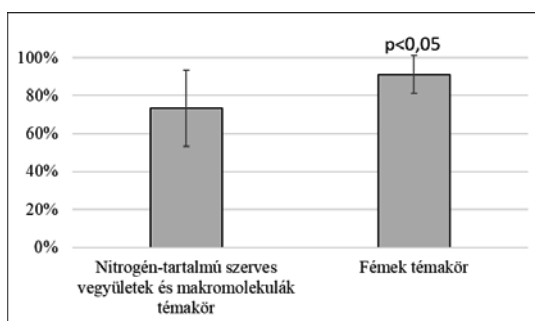


4. ábra Az „egymás tanítása” során adott jó válaszok százalékos aránya a két témakör esetén

A második témakör eredményeinél pedig látható, hogy hasonló sikerességű egyéni válaszadást (K1) követően a társmegbeszélés során szintén emelkedik a jó válaszok (K1mu) aránya 23%-kal és a jó válaszok aránya megmarad az izomorf kérdések (K2) során is. A további társmegbeszélés pedig tovább növeli a jó válaszok (K2mu) arányát 12%-kal.

### *A témazáró dolgozatok eredményei*

A témazáró dolgozatok eredményeinél a hagyományos „egymás tanítása” módszert alkalmazva a diákok 73%-os átlageredményt értek el, míg az izomorf kérdésekkel kiegészített esetben 91%-os az átlageredmény kisebb szórással.  $X^2$ -próba alapján szignifikáns a különbség a két minta között ( $p < 0,05$ ).



5. ábra. A két témakörhöz tartozó témazáró dolgozatok izomorf kérdéseire adott jó válaszok százalékos értékei

## **Összefoglalás**

A bemutatott eredményekből látható, hogy a módosított módszer alkalmazása esetében a feladatok 80%-a során volt szükség izomorf kérdésre. 30%-ban feltétlenül szükséges volt ez a kérdés, ugyanis a tanulók jó válaszai az izomorf kérdés esetén nem érték a 75%-os küszöböt az egyéni válaszadás során (K2). Ez azért történhetett, mert a társmegbeszélés során a diákok egyszerűen elfogadták társuk válaszát, vagy a megbeszélés során elhangzott érvek nem megfelelően változtatták meg a tanuló adott fogalomról alkotott képét, hogy a következő kérdésre, helyes választ tudjon adni. Az esetek 50%-ban viszont az izomorf kérdésre 75%-nál több helyes válasz érkezett az

egyéni válaszadás során (K2), sőt az öt esetből háromnál az izomorf kérdésre (K2) több jó válasz érkezett, mint az első kérdésre a csoportos megbeszélést követően (K1mu). Ezeknél a feladatoknál a csoportos megbeszélés során a diákok fogalmi megértése erősödött és a társaktól kapott magyarázatokkal képesek voltak egy következő izomorf feladatot megoldani azok is, akik kezdetben valószínűleg rosszul válaszoltak.

A jó válaszok arányait áttekintve a társmegbeszélés mindkét témakörnél növekedést vont maga után. A nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák témakör esetén viszont nem lehet egyértelműen következtetni, hogy ez az emelkedés a tapasztaltabb társ válaszána elfogadása, vagy a fogalom alaposabb megértése miatt adódott. A fémek témakör során viszont látható, hogy az izomorf kérdések esetén (K2) hasonló arányú jó választ találunk átlagosan, mint az első kérdésnél a csoportos megbeszélést követően (K1mu), ez az eredmény a fentebb leírt okokkal magyarázható és összhangban van a nemzetközi szakirodalom eredményeivel (Porter és mtsai, 2011; Smith és mtsai, 2009). Továbbá, ha az izomorf kérdésre adott egyéni válaszadást (K2) társmegbeszélés követte szintén nőtt a jó válaszok aránya, viszont itt megint nem lehet a növekedésre egyértelmű okot megfogalmazni az adatok alapján.

A dolgozatok eredményei esetén pedig látható, hogy az izomorf kérdéssel megtámogatott „egymás tanítása” szignifikánsan jobb eredményeket hozott a diákoknál, valamint a kisebb szórás alapján a válaszok is homogénebbek a csoportban, a hagyományos Mazur-féle módszer alkalmazásánál mértnél. Ez azzal magyarázható, hogy az izomorf kérdés által több idő jutott az adott fogalom megértésére és többet gondolkodtak a diákok a fogalomról. Valamint egyszerűen jobban begyakorlásra került az adott feladat.

Összefoglalva elmondható, hogy az izomorf kérdések alkalmazása pozitív irányba változtatta meg az „egymás tanítása” módszer hatékonyságát, amit mind az órai feladatok, mind a témakört követő dolgozat eredményei alátámasztanak. Kimutatható továbbá, hogy a diákoknál ténylegesen az adott fogalom megértése erősödött, nem csak a jobbnak elismert társról másolták a választ. A módosított munkafolyamatot viszont időigényessége miatt, csak a nehéz – első

önálló szavazásnál kevesebb, mint 75% jó válasz – kérdések esetén célszerű alkalmazni.

### **Jövőbeli tervek**

A továbbiakban tantermi szavazóberendezéssel tervezem az adatok összegyűjtését végezni. Ez lehetőséget ad arra, hogy egy-egy tanulóra lebontva nyomon követhessem a válaszok változását a feladatok esetén. Így akár a módszer további módosításával, például a tanári megbeszélés beépítésével remélhetőleg tovább csökkenthetem azok számát, akik nem profitálnak ezekből a feladatokból. Illetve megtalálhatom és csökkenthetem azon tanulók számát, akik a társmegbeszélés, vagy tanári magyarázat hatására rossz irányba módosítják a válaszaikat és valószínűleg tévképzeteik alakulnak ki az adott fogalommal kapcsolatban.

### **Felhasznált szakirodalom**

Crouch C. H. & Mazur E. (2001). Peer Instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69 (9), 970–977. doi:10.1119/1.1374249

Dobóné Tarai É. (2017). Egy hatékonyabb kémiaoktatásért. A Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszer kipróbálásának néhány tapasztalata. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44 (5), 418–434. doi:10.24360/KOKEL.2017.5.409

Lasry N., Mazur E., & Watkins J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76 (11), 1066. doi:10.1119/1.2978182

Porter L., Lee C. B., Simon B., & Zingaro D. (2011). Peer Instruction : Do Students Really Learn from Peer Discussion in Computing? *Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research*, 45–52. doi:10.1145/2016911.2016923

Smith M. K., Wood W. B., Adams W. K., Wieman C., Knight J. K., Guild N., & Su T. T. (2009). Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323 (5910), 122–124. doi:10.1126/science.1165919

Smith M. K., Wood W. B., Krauter K., & Knight J. K. (2011). Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning

from in-class concept questions. *CBE Life Sciences Education*, 10 (1), 55–63. doi:10.1187/cbe.10-08-0101

Tóth Z. (2017a). A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények I. A módszer leírása és hatékonysága. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44 (2), 160–170.

Tóth Z. (2017b). A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények II. A módszer egyes lépéseinek elemzése. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44 (4), 341–363. doi:10.24360/KOKEL.2017.4.341

Tóth Z. (2017c). A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények III. Közép- és általános iskolai tapasztalatok. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44 (5), 409–417. doi:10.24360/KOKEL.2017.5.409

Tóth Z. (2017d). Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „ egymás tanítása ” ( peer instruction ) módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72 (4), 116–120. doi:10.24364/MKL.2017.04

Zingaro D. & Porter L. (2014). Peer Instruction in computing: The value of instructor intervention. *Computers and Education*, 71 , 87–96. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.015

**Sójáné Gajdos Gabriella**

## **Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata fogalmi térképezéssel**

Az utóbbi években a nemzetközi és a hazai szakirodalomban is megnőtt a tanulók tudásszerkezetének feltárásával foglalkozó tanulmányok, cikkek száma. A tudásszerkezet feltárására számos módszer létezik, többek között ilyen a fogalmi térképezés [1-3], a szóasszociációs módszer [4-6] és a tudástérelmélet [7]. A szóasszociációs vizsgálat alkalmasnak bizonyult egyéni és kollektív tudásszerkezet vizsgálatára egyaránt, melyet a hazai kutatók egyre

növekvő számú tanulmányai is alátámasztanak [8-17]. A tudástérelmélet gyakorlati alkalmazását hazánkban Tóth [18] publikációjából ismerhetjük meg részletesen. Míg a fogalmi térképezéssel és annak természettudományos tanórákon való alkalmazásával főként Habók [19 – 21] publikációi foglalkoznak, de jó példát találunk a kémia tanításban való felhasználásra Kiss és Tóth [22] munkájában is.

### **Célkitűzés**

A vizsgálatunk során 7–12. évfolyamba járó tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak (*üvegházhatás, savas eső, ózonlyuk, szén-dioxid, kén-dioxid, ózon*) tudásszerkezetét szerettük volna megvizsgálni különböző módszerekkel. A módszerek a következők voltak: szóasszociáció, fogalmi térképezés, tudástérelmélet. A vizsgált fogalmak már szerepeltek egy hazai kismintás mérésben [8], amelyben szóasszociációs módszerrel térképezték fel 7–10. évfolyamos tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak tudásszerkezetét.

A jelenlegi vizsgálat célkitűzései a következők voltak:

1. Feltérképezni különböző évfolyamok tudásszerkezetét eltérő módszerekkel: szóasszociáció, fogalmi térképezés, tudástérelmélet.
2. Összehasonlítani az eltérő módszerekkel kapott eredményeket, tudásszerkezeteket.
3. Összevetni az egyes évfolyamok eredményeit módszerenként.
4. A szóasszociációs módszerrel kapott eredményeket összehasonlítani a korábbi kismintás mérés eredményeivel.
5. Megvizsgálni, hogy megjelennek-e azok a tévképzetek a levegőszennyezéssel kapcsolatban, amelyek fellelhetők a nemzetközi és hazai szakirodalomban.

Jelen tanulmányban a fogalmi térképezéssel kapott tudásszerkezeteket mutatjuk be. A szóasszociációs vizsgálatból kapott eredményeket korábban már publikáltuk [14].

### **A fogalmi térképek**

Habók [19] tanulmánya a fogalmi térképek fogalmának körülhatárolásával, az elméleti alapok meghatározásával és a fogalmi

térképeknek az értelemgazdag tanulásban betöltött szerepével foglalkozik. Ezen kívül számba vesz néhány fogalmitérkép-meghatározást [1, 3, 23]. A fogalmi térképezésnél a tudásszerkezetet grafikusan ábrázoljuk. Egy témakör összetartozó fogalmait nyilakkal, vonalakkal köthetjük össze. A nyilakra rövid szövegeket írhatunk, melyek utalnak az összekötött fogalmak minőségi kapcsolatára is. A fogalmi térképek különböző alakúak lehetnek: kör, lánc, kerék, fa és háló. Az értelemgazdag tanulást a háló alakú térkép segíti elő, ez több szintből áll, komplex interakciókat tartalmaz és segíti a tudás újrászervezését. Habók munkájában kitér a fogalmi térképekkel rokon technikákra is, mint például a gondolattérkép, kognitív térkép, szemantikai térkép és az oktérkép.

Kiss és Tóth [22] a következő technikákat ajánlja a tanórai használatához:

- *Üres fogalmi térkép kitöltése:* egy előre elkészített térképből töröljük az össze feliratot és csak a nyilakat, ellipsziseket tartjuk meg. A tanulónak kell értelemszerűen kitölteni az üres térképet. A törölt információkat abc-sorrendben adjuk meg az üres térkép mellett
- *Kiegészítendő fogalmi térkép:* itt már csak egy részét töröljük ki az információknak, melyeket a diákoknak önállóan kell beírniuk. A törölt fogalmakat már nem feltétlenül kell megadnunk.
- *Fogalmi térkép készítése:* A megadott fogalmakat a diákok rendezik térképpé.
- *Asszociáción alapuló fogalmi térkép:* A megadott fogalmak mellé a diákoknak kell még kiválasztaniuk ugyan annyi fogalmat és azt térképpé rendezni.
- *Irányított választáson alapuló fogalmi térkép:* A megadott fogalomlistából a diákoknak kell kiválasztaniuk a fogalmak felét és azt térképpé rendezni. Megvizsgálhatjuk, hogy a diákok mely fogalmakat hagyták meg és melyeket hagyták ki.

Az interneten számos online programot találunk fogalmi térkép és gondolattérkép készítéséhez. A teljesség igénye nélkül felsorolunk néhányat: MindMeister ([www.mindmeister.com](http://www.mindmeister.com)), Bubbl.us (<https://bubbl.us/>), Simple Mapper (<http://simplemapper.org/>), Cmap Tools (<https://cmap.ihmc.us/>).



## A vizsgált minta és a vizsgálat leírása

A vizsgálatban a Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium 553 tanulója vett részt. A tanulók létszámának évfolyamonkénti megoszlást, a fiúk és a lányok arányát az 1. táblázat tartalmazza.

Évfolyam	Létszám	Fiúk száma	Lányok száma	Nem adta meg a nemét
7. évfolyam	117	50	67	-
8. évfolyam	120	75	44	1
9. évfolyam	72	27	45	-
10. évfolyam	100	44	56	-
11. évfolyam	73	33	36	4
12. évfolyam	71	24	46	1
<b>Összesen</b>	<b>553</b>	<b>253</b>	<b>294</b>	<b>6</b>

1. táblázat. A minta létszáma évfolyamonként

A mérésre 2014 őszén került sor. A mérés három részfeladatból állt. A levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmak struktúráját először szóasszociációs módszerrel vizsgáltuk, majd ugyanezekkel a fogalmakkal fogalmi térképet kellett készíteniük a tanulóknak, végül a levegőszennyezés témaköréhez tartozó komplex feladatlapot kellett megoldaniuk. A mérés lebonyolítása különböző természettudományos tanórákon (biológia, kémia, földrajz) történt, és a vizsgálat lebonyolításában az osztályokat tanító szaktanárok segítettek.

## A fogalmi térképezés eredményei és értékelésük

A fogalmi térkép készítésénél az alábbi utasítást kapták a tanulók:

*A megadott fogalmak mindegyikét felhasználva készíts fogalmi térképet! Kösd össze nyilakkal azokat a fogalmakat, amelyek között kapcsolat van! A nyilakra – ha tudod – írd rá a fogalmak közötti kapcsolatot! (üvegházhatás, szén-dioxid, savas eső, ózonlyuk, ózon, kén-dioxid)*

Az értékelésnél a kapcsolat meglétét vagy hiányát vettük figyelembe. Egy pontot adtunk, ha volt kapcsolat a fogalompár között és nullát, ha nem. Évfolyamonként és fogalompáronként a kapott eredményeket átlagoltuk. Gyakorlatilag így megkaptuk, hogy évfolyamonként a

tanulók hány százaléka kötötte össze az adott fogalompár két tagját. Az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

Fogalompárok	Évfolyam					
	7.	8.	9.	10.	11.	12.
szén-dioxid – kén-dioxid	0,12	0,13	0,11	0,16	0,16	0,11
szén-dioxid – ózon	0,27	0,15	0,18	0,31	0,21	0,18
szén-dioxid – üvegházhatás	0,46	0,48	0,58	0,50	0,55	0,58
szén-dioxid – ózonlyuk	0,27	0,30	0,25	0,30	0,29	0,37
szén-dioxid – savas eső	0,30	0,28	0,28	0,24	0,22	0,17
kén-dioxid – ózon	0,21	0,15	0,14	0,11	0,08	0,10
kén-dioxid – üvegházhatás	0,35	0,29	0,25	0,26	0,16	0,28
kén-dioxid – ózonlyuk	0,25	0,22	0,24	0,18	0,37	0,20
kén-dioxid – savas eső	0,49	0,53	0,67	0,77	0,74	0,82
ózon – üvegházhatás	0,47	0,43	0,42	0,34	0,37	0,30
ózon – ózonlyuk	0,69	0,68	0,82	0,70	0,89	0,73
ózon – savas eső	0,15	0,09	0,10	0,10	0,04	0,13
üvegházhatás – ózonlyuk	0,33	0,39	0,32	0,51	0,37	0,39
üvegházhatás – savas eső	0,24	0,28	0,33	0,28	0,29	0,25
ózonlyuk – savas eső	0,32	0,32	0,21	0,25	0,26	0,14

2. táblázat. A kapcsolatok átlaga fogalompáronként és évfolyamonként

Az adatok szemléltetéséhez gráfokat készítettünk. A kapcsolatok átlagát egy ötfokú skálán rangsoroltuk a 3. táblázat alapján. A térképeken a nagyon gyenge (0,00 – 0,19) és gyenge (0,20 – 0,39) kapcsolatokat nem tüntettük fel.

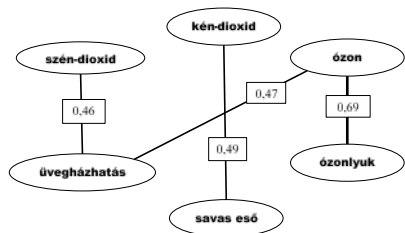
A fogalmi térképek elemzése során láthatjuk (1–6. ábra), hogy az évfolyamok többségénél a legtöbben az *ózon – ózonlyuk* fogalmakat kötötték össze nyíllal vagy vonallal. A 9. és 11. évfolyamok esetében nagyon erős, míg a többi évfolyam esetében erős kapcsolattal

jellemezhető a fogalompár. A *kén-dioxid-savas eső* fogalompár a 7. és 8. évfolyamok esetében közepesen erős, a 9., 10.- és a 11. évfolyamok esetében erős, míg a 12. évfolyam esetében nagyon erős kapcsolattal rendelkezik. A *szén-dioxid-üvegházhatás* fogalompárnál minden évfolyamnál közepesen erős kapcsolatot figyelhetünk meg. Az *ózon-üvegházhatás* fogalompár között a 7., 8., és 9. évfolyamosoknál még közepesen erős, míg a 10., 11., és 12. évfolyamosoknál már csak gyenge, a fogalmi hálóban nem ábrázolt kapcsolat van. Az *üvegházhatás-ózonlyuk* fogalompár között a 10. évfolyamosok kivételével – ahol közepesen erős a kapcsolat – a többi évfolyamnál gyenge a fogalmi hálóban nem ábrázolt kapcsolat található.

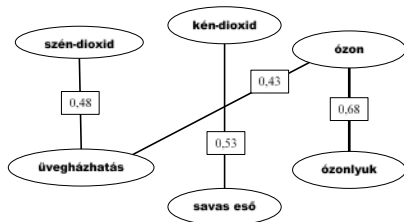
A kapcsolatok átlaga	A kapcsolat erőssége	Jelölésmód
0,00 - 0,19	nagyon gyenge	nem ábrázolt
0,20 - 0,39	gyenge	nem ábrázolt
0,40 - 0,59	közepesen erős	—————
0,60 - 0,79	erős	—————
0,80 - 1,00	nagyon erős	—————

3. táblázat. A kapcsolatok erőssége és jelölésmódja a fogalmi hálóban

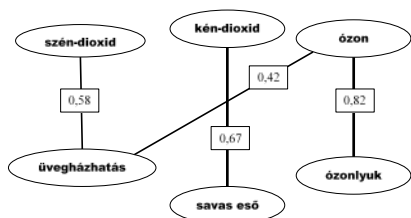
A fogalmi hálóban a nagyon gyenge és gyenge kapcsolatokat nem tüntettük fel. A *szén-dioxid-ózonlyuk* és az *üvegházhatás-savas eső* fogalompárok minden évfolyamnál gyenge kapcsolattal jellemezhetőek. A *szén-dioxid-savas eső*, *kén-dioxid-üvegházhatás* és a *kén-dioxid-ózonlyuk* fogalompárok gyenge vagy nagyon gyenge kapcsolattal jellemezhetőek. A *szén-dioxid-ózon* fogalompár esetében a 7., 10., és a 11. évfolyamoknál gyenge kapcsolat van, míg a 8., 9.- és a 12. évfolyam esetében már csak nagyon gyenge kapcsolat figyelhető meg. A *kén-dioxid-ózon* fogalompár között a 7. évfolyam kivételével – ahol gyenge kapcsolat figyelhető meg – a többi évfolyamnál már csak nagyon gyenge kapcsolat van. A *szén-dioxid-kén-dioxid* és az *ózon-savas eső* fogalompárok között minden évfolyamnál nagyon gyenge kapcsolatot találunk. A legkisebb és a legnagyobb kapcsolati átlaggal is 11. évfolyam rendelkezik: az *ózon-savas eső* fogalompár között 0,04, míg az *ózon-ózonlyuk* fogalompár között 0,89 az értéke.



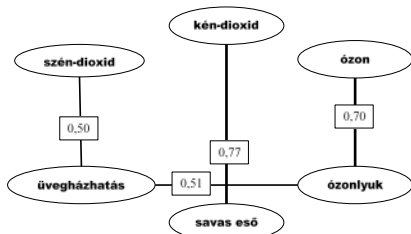
1. ábra. A 7. évfolyam fogalmi hálója



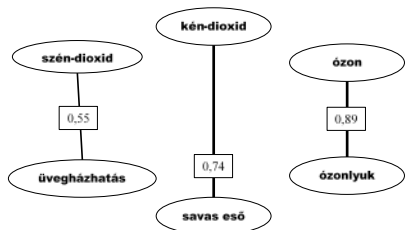
2. ábra. A 8. évfolyam fogalmi hálója



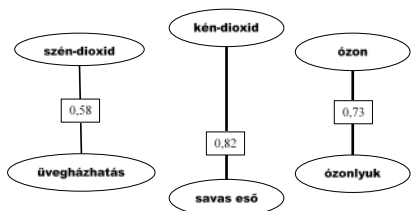
3. ábra. A 9. évfolyam fogalmi hálója



4. ábra. A 10. évfolyam fogalmi hálója



5. ábra. A 11. évfolyam fogalmi hálója



6. ábra. A 12. évfolyam fogalmi hálója

Az 4. táblázat alapján láthatjuk, hogy minden évfolyam esetében a gyenge kapcsolatok a dominánsak. A közepesen erős kapcsolatok száma a 7. és 8. évfolyamosok esetében három, a 9. és 10. évfolyamosok esetében kettő, a 11. és 12. évfolyamosok esetében egy. A 10. évfolyamosok két erős kapcsolattal rendelkeznek, míg a többi évfolyam csak eggyel. Nagyon erős kapcsolattal a 7.-, 8.- és a 10. évfolyam nem rendelkezik, míg a többi évfolyamnál egy – egy ilyen kapcsolat figyelhető meg.

Kapcsolat erőssége	Kapcsolatok száma évfolyamonként					
	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Nagyon gyenge	2	4	4	4	4	6
Gyenge	9	7	7	7	8	6
Közepesen erős	3	3	2	2	1	1
Erős	1	1	1	2	1	1
Nagyon erős	0	0	1	0	1	1
Összes kapcsolat	15	15	15	15	15	15
<b>Ábrázolt kapcsolat</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

4. táblázat. A kapcsolatok száma erősségük alapján

A fogalmi térkép készítésénél nem volt kötelező, hogy a tanulók magyarázó szöveget írjanak a fogalompárokra összekötő nyílakra, vonalakra. A tanulóknak csak nagyon kevés hányada élt ezzel a lehetőséggel. A továbbiakban egy olyan példát mutatunk be, amely esetleges tévképzetre utal. Az *üvegházhatás-ózonlyuk* fogalompár a 10. évfolyam fogalmi hálójában 0,51 átlaggal közepesen erős kapcsolatként jelenik meg. A 5. táblázatban a fogalompárt összekötő nyílra írt, a fogalmak közötti minőséget is jelentő feliratokat gyűjtöttük össze.

<b>Első fogalom: üvegházhatás</b>	<b>Második fogalom: ózonlyuk</b>
<b>Évfolyam</b>	<b>Nyílra írt magyarázó szöveg</b>
7. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• része<sup>4</sup></li> <li>• fajtája<sup>1</sup></li> <li>• oka<sup>1</sup></li> </ul>
9. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• képződik<sup>1</sup></li> <li>• következménye<sup>1</sup></li> </ul>
10. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• része<sup>2</sup></li> <li>• következménye<sup>3</sup></li> <li>• ezáltal létrejön<sup>1</sup></li> <li>• ebből ered<sup>1</sup></li> <li>• káros tényező<sup>1</sup></li> </ul>
11. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• környezetszennyezés<sup>1</sup></li> </ul>
12. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minél nagyobb az üvegházhatás annál a nagyobb az ózonlyuk<sup>1</sup></li> <li>• ok<sup>1</sup></li> </ul>

<b>Első fogalom: ózonlyuk    Második fogalom: üvegházhatás</b>	
<b>Évfolyam</b>	<b>Nyílra írt magyarázó szöveg</b>
7. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ezáltal keletkezik<sup>1</sup></li> <li>• része<sup>1</sup></li> <li>• emiatt<sup>1</sup></li> <li>• fajtája<sup>1</sup></li> </ul>
8. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• okozója<sup>1</sup></li> <li>• következménye<sup>1</sup></li> <li>• okozhat<sup>1</sup></li> </ul>
9. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• következménye<sup>3</sup></li> <li>• ezáltal keletkezik<sup>1</sup></li> <li>• ózonlyukon káros sugárzások miatt üvegházhatás<sup>1</sup></li> <li>• beengedi a napsugarakat<sup>1</sup></li> <li>• eredménye<sup>1</sup></li> </ul>
10. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• következménye<sup>3</sup></li> <li>• a Nap sugarai áthatolnak teljesen rajta<sup>1</sup></li> <li>• a vékony ózonréteg miatt a Nap káros sugarai is éri a Földet<sup>1</sup></li> <li>• emiatt keletkezik<sup>1</sup></li> <li>• segítője<sup>1</sup></li> <li>• létrejöhet<sup>1</sup></li> <li>• ózonréteg elvékonyodása<sup>1</sup></li> <li>• több sugárzás<sup>2</sup></li> <li>• felmelegedés<sup>1</sup></li> </ul>
11. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hatásai, következménye<sup>1</sup></li> <li>• káros hatása<sup>1</sup></li> <li>• UV sugárzás nő<sup>1</sup></li> <li>• ez okozza<sup>1</sup></li> </ul>
12. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emiatt<sup>1</sup></li> <li>• eredménye<sup>1</sup></li> <li>• hatására<sup>1</sup></li> <li>• okozza<sup>1</sup></li> </ul>

5. táblázat. A fogalmakat összekötő nyílakra írt magyarázó szöveg évfolyamonként

A táblázatban a két fogalom közötti hierarchiát is feltüntettük. Az első fogalom állt hierarchiában magasabb szinten az adott tanulók fogalmi térképében és ebből indult ki a nyíl vagy vonal a második fogalomhoz. A szövegek feletti felső indexek a tanulók számát jelentik, akik ezt a

magyarázatot adták a két fogalom közötti kapcsolatra. A táblázatokat tanulmányozva láthatjuk, hogy több felirat is arra utal, hogy az üvegházhatást tartják az ózonlyuk kialakulásáért felelősnek (*következménye, ezáltal jön létre*) és fordítva is, hogy az ózonlyuk miatt alakul ki az üvegházhatás (*okozója, segítője, következménye*).

## Összegzés

A legerősebb kapcsolattal szinte mindegyik évfolyam esetében az *ózon-ózonlyuk* fogalompár rendelkezett. A szóasszociációs módszerrel is ennél a fogalompárnál figyelhettük meg a legerősebb kapcsolatot [14], mely egybevág Kluknavszky és Tóth [8] szóasszociációs vizsgálatainak eredményeivel is. Ezen kívül több évfolyam esetében figyelhettünk meg a fogalmi térképekben erős vagy nagyon erős kapcsolatot a *kén-dioxid-savas eső* fogalmak között is. A 10. évfolyam fogalmi térképében közepesen erős kapcsolattal megjelent a tévképzetre utaló *ózonlyuk-üvegházhatás* közötti kapcsolat, melyet a vonalakra írt magyarázó szövegek is alátámasztottak.

A jelenlegi vizsgálatunk – mivel nem tettük kötelezővé a fogalmak közötti kapcsolat magyarázatát a diákok számára – mennyiségi jellemzésre alkalmas. Mivel a diákoknak csak kis hányada írt a vonalakra, nyilakra magyarázó szöveget, így nem kapunk teljes képet arról, hogy a tanulócsoportok szerint milyen minőségi kapcsolat van a fogalmak között. Nem vizsgáltuk azt sem, hogy a fogalompár két tagja között megállapítható-e valamilyen hierarchia. A további vizsgálatok esetében célszerű kérni, hogy mindenképp lássák el magyarázó szövegeket a fogalmakat összekötő nyilakat és megállapítani a fogalmak közötti hierarchiát. A továbbiakban tervezzük még a fogalmi térképezéssel és a szóasszociációs módszerrel kapott fogalmi hálók összevetését, ennek a metodikájának a kidolgozását.

## Irodalomjegyzék

[1] Ruiz-Primo, M. A., Shavelson R. J. (1996) Problems and issues in the use of concept map sin science assesment. Journal of Research in Science Teaching, 33. 6. 596 – 600.

[2] Ruiz-Primo, M. A, Shavelson R. J., Schulz, S. E. (1997): On the validity of concept map – base assessment interpretations: an experiment testing the assumption of hierarchical concept maps in science. CSE Technical Report 455 National Center for Research on Evaluation,

Standards, and Student Testing (CRESST) Center for the Study of Evaluation (CSE) Graduate School of Education & Information Studies University of California, Los Angeles

[3] Novak, J. D., Canas, A. J. (2006): The theory underlying concept maps and how to construct and use them.

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> (utolsó letöltés: 2018. 11. 04.)

[4] Cardellini, L., Bahar, M. (2000): Monitoring the learning of chemistry through word association tests. Australian Chemistry Resource Book, 19. 59 – 69.

[5] Kostava, Z., Radoynovska, B. (2008): Word association test for studying conceptual structure of teachers and students. Bulgarian Journal of Science and Education Policy, 2. 209 – 231.

[6] 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.

[7] Taagepera, M., Potter, F., Miller, G. E., Lakshminarayan, K. (1997): Mapping students' thinking patterns by the use of the knowledge space theory. International Journal of Science Education, 19. 3. 283 – 302

[8] Kluknavszky, Á. és Tóth, Z. (2009): Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. Magyar Pedagógia, 109. 4. 321 – 342.

[9] Tóth, Z., Sójáné, G. G. (2012): Tanulócsoportok energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. Középiskolai Kémiai Lapok, 39. 1. 58 – 69.

[10] Kádár, A., Farsang, A. (2012): Általános és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei. In: VI. Magyar Földrajzi Konferencia 339 – 353.

[11] Kádár, A., Farsang, A. (2014): Egyetemi hallgatók földrajzzal kapcsolatos tévképzeteinek összehasonlító elemzése. In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia 240 – 254.

[12] Daru, K., Tóth, Z. (2013): A szóasszociációs módszer alkalmazhatósága óvodások időjárással kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálatára. In: Új kutatások a neveléstudományokban (Szerk: Bárdos J, Kis-Tóth L., Racsko R.) 37 – 48.



- [13] Malmos, E., Revákné, M. I. (2015): Biológia fogalmakhoz kapcsolódó tévképzetek vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Iskolakultúra*, 25. 5-6. 90 – 199.
- [14] Sójáné, G. G., Tóth, Z. (2017): Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének és tévképzeteinek vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja* 72. 2. 44 – 49.
- [15] Czékmán, B., Kiss, J., Tóth, Z. (2017): Tudásszerkezet – vizsgálat online szóasszociációs teszttel. *Iskolakultúra*, 27. 1 – 12. 56 – 65.
- [16] Szabó, G., Fazekas, I., Patkós, C., Radics, Z., Csorba, P., Tóth, T., Kovács, E., Mester, T., Szabó, L. (2018): Investigation of public attitude towards renewable energy sources using word association method in Hungarian settlements. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 8. 1. 6 – 24.
- [17] Malmos, E., Jász, E. Revákné, M. I. (2017): Using a word association method to assess knowledge structure of renewable energy sources at primary level. *Journal of Science Educational: Revista de Education en Ciencias* 18. 109 – 113.
- [18] Tóth, Z. (2012): *Alkalmazott tudástérelmélet*. Gondolat Kiadó, Budapest
- [19] Habók, A (2008): Fogalmi térképek. *Magyar Pszichológiai Szemle*. 3. 519 – 546.
- [20] Habók, A (2009): Egy térképező technika hatásának vizsgálata általános iskolában. *Iskolakultúra*. 11. 77 – 88.
- [21] Habók, A (2010): Fogalmi térkép használata környezetismeret- és biológiaórán. *A Biológia Tanítása*. 20-28.
- [22] Kiss, E., Tóth, Z. (2002): Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: *Módszerek és Eljárások*, 12. (Szerk.: Tóth Z.), 63 – 69.
- [23] Hauser, S., Nückles, M., Renkl, A. (2006): Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences. 243 – 249.

### A szám szerzői

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

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

**Dr. Horváth Judit** tudományos munkatárs, BMGE

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

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

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

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

**Sólyáné Gajdos Gabriella** középiskolai tanár, Eötvös József Gimnázium, Nyíregyháza

**Szabó Bence Farkas** középiskolai tanár, ELTE Bolyai Gimnázium, Szombathely, PhD-hallgató, Debreceni Egyetem

**Tóth Edina** középiskolai tanár, Petrik Lajos Szakgimnázium, Budapest

**Varga Bence** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Varga Szilárd** tudományos munkatárs, MTA TTK

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



## TARTALOM

<b>PÁLYÁZAT</b> .....	297
<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Bán Sándor</b> .....	298
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	302
<b>KERESD A KÉMIÁT!</b> .....	313
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	316
Tóth Edina: Kémia angolul .....	316
<b>MŰHELY</b> .....	321
Ludányi Lajos: Amikor a „feleltető gépet” nem feleltetésre használjuk .....	321
Szabó Bence Farkas: Izomorf kérdések hatása az „egymás tanítása” (peer instruction) módszer hatékonyságára.....	331
Sójáné Gajdos Gabriella: Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata fogalmi térképezéssel.	341
<b>A SZÁM SZERZŐI</b> .....	352