

## MŰHELY



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

**Tóth Zoltán**

### **A Mazur-féle „Peer Instruction” (társtanítás) módszer kipróbálása kémiatanár-szakos hallgatók körében**

#### *Bevezetés*

Az „egymás tanítása” (peer instruction, társtanítás) módszert Eric Mazur amerikai fizikaprofesszor dolgozta ki és vezette be a Harvard egyetemen 1991-ben (Mazur, 1997). Ez egy olyan interaktív módszer, amely épít a hallgatók közötti kommunikációra, és kihasználja a társtanítás lehetőségeit. Szerencsésen ötvözi a hagyományos frontális, a problémaalapú és a kooperatív tanítás elemeit. Elsősorban a fogalmi megértés – és részben a problémamegoldás – elmélyítésére, fejlesztésére és ellenőrzésére alkalmas. Kidolgozása óta – az elmúlt negyedszázadban – számos tudományos igényű pedagógiai kísérletben vizsgálták a módszer egészének és egyes lépéseinek hatékonyságát, a tanulási eredményességre, a problémamegoldásra, a tantárgyi attitűdre, a lemorzsolódásra gyakorolt hatását. A vizsgálatok zöme a felsőoktatásban – és elsősorban fizikakurzusokon – történt, de találunk példákat középszintű oktatási, és más diszciplínákat (biológia, élettan,

geográfia, informatika, kémia, angol) érintő alkalmazásokra is. A bőséges angol nyelvű szakirodalom kritikai feldolgozása olvasható *Vickrey és munkatársai* (2015) tanulmányában, valamint eddig megjelent saját magyar nyelvű tanulmányainkban (*Tóth, 2017a, b, c, d*). Ezek alapján kijelenthető, hogy a módszer bizonyítottan hatékony a felsőoktatásban, ráadásul az oktatók és a hallgatók számára is elfogadható, és könnyen beilleszthető a „hagyományos” frontális oktatásba.

### *A módszer kipróbálása ötödéves kémiatanár-szakos hallgatók körében*

A következőkben bemutatjuk annak a kismintás kutatásnak a legfontosabb eredményeit, amelyet ötödéves kémiatanár-szakos hallgatók körében végeztünk egy szakmai-módszertani kurzus keretén belül.

### *A kutatás célja*

Célunk volt

- egyrészt a módszer alkalmazhatóságával kapcsolatos tapasztalatok szerzése,
- másrészt a hallgatók véleményének megismerése.

### *A minta*

A vizsgált mintát egy 12 fős hallgatói csoport képezte, akik valamennyien a Debreceni Egyetem osztatlan tanárképzésében vettek részt. Nyolcan biológia-kémia, hárman kémia-matematika szakosok, egy hallgató pedig kémia-fizika szakos volt. A hallgatók korábbi szakmódszertani gyakorlatuk során már találkoztak a Mazur-féle módszerrel.

### *A kutatás lebonyolítása*

A kismintás vizsgálatra a 2017/18-as tanév első félévében került sor a kémiatanár-szakos hallgatók számára kötelezően előírt heti 3 órás „Érettségi feladatok kémiából” című tantermi gyakorlat során. Az elméleti anyag (anyagszerkezet, általános kémia, szerves kémia, kémiai számítások) feldolgozására 4 hetet (12 órát) szántunk. (A kémiai számítások olyan feladatokat tartalmaztak, melyeket fejben meg lehetett oldani.) Mivel a tananyagot az elmúlt négy tanév során alaposan megismerhették a hallgatók, ezért ezeken az

órákon csak a problémafeladatok feldolgozását végeztük el a Mazur-féle módszernek megfelelően. A zárt végű kérdések kivetítése és hangosan történő elolvasása, majd rövid gondolkodás után a hallgatók színes kártyalapok feltartásával szavaztak. A szavazatokat okostelefonnal történő fényképezéssel rögzítettük. A kis hallgatói létszám (alkalmanként 10-12 fő) miatt a társmegbeszéléshez nem történt külön csoportbontás. Ilyen módon tanóránként 9-12 problémafeladatot dolgoztunk fel, összesen 123 feladatot (anyagszerkezet: 18, általános kémia: 31, szerves kémia: 23, szervetlen kémia: 24, kémiai számítások: 27). A feladatokból láthatunk néhány példát az 1. táblázatban.

1. táblázat. Néhány példa a feldolgozott 123 problémafeladatból  
(\* -gal jelölve a helyes választ)

<i>Anyagszerkezet</i>	
Melyik reláció helyes a következő atomok, illetve ionok sugarával kapcsolatban?	
A)	${}_8\text{O} > {}_8\text{O}^{2-}$
B)	${}_{13}\text{Al} < {}_{13}\text{Al}^{3+}$
C)	${}_{17}\text{Cl}^- < {}_{18}\text{Ar}$
D)	${}_8\text{O}^{2-} > {}_{16}\text{S}^{2-}$
E)*	${}_{16}\text{S} > {}_{17}\text{Cl}$
Azonos hőmérsékletű, nyomású és térfogatú száraz vagy vízgőzzel telített levegőben van-e több molekula? Melyik a nehezebb?	
A)	A vízgőzzel telítettben van több molekula, és az a nehezebb.
B)	A vízgőzzel telítettben van több molekula, és az a könnyebb.
C)	A molekulák száma azonos, de a vízgőzzel telített nehezebb.
D)*	A molekulák száma azonos, de a vízgőzzel telített könnyebb.

## Általános kémia

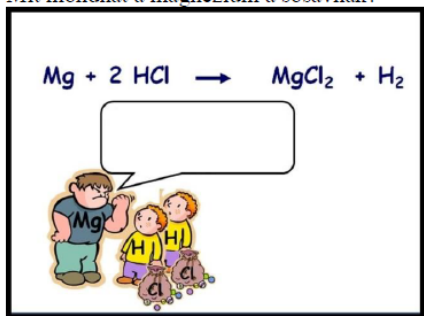
Egyensúlyra vezető kémiai reakció a felső nyíl – a termékek képződésének – irányában exoterm. Hogyan változik meg a termékek képződésének reakciósebessége, ha megnöveljük a hőmérsékletet? A reakciósebesség

- A) csökkenni fog;
- B)\* nőni fog;
- C) nem fog megváltozni.

A Bronsted-elmélet értelmében a következő anyagok/részecskék közül melyik tekinthető *csak* savnak?

- A) HCl
- B)\*  $\text{NH}_4^+$
- C)  $\text{SO}_3^{2-}$
- D)  $\text{HCO}_3^-$
- E)  $\text{HNO}_3$

Mit mondhat a magnézium a sósavnak?



- A) „Velem ugyan nem sokra mentek!”
- B) „Adjátok a klóratomokat és tűnjetek el!”
- C)\* „Vigyétek az elektronjaimat és tűnjetek el!”
- D) „Egymással foglalkozzatok, ne velem!”
- E) „Forduljatok csak meg! Az ellentétek vonzzák egymást.”

*Szervetlen kémia*

Melyik elemnek van „vörös” és „sárga” allotróp módosulata?

- A)\* a foszfornak  
 B) a réznek  
 C) mindkettőnek

Mészke oldódását vizsgáljuk ecetsavoldatban, desztillált vízben és szódavízben (szén-dioxid vizes oldatában). Melyik oldhatósági sor helyes?

- A)\* desztillált víz < szódavíz < ecetsavoldat  
 B) szódavíz < desztillált víz < ecetsavoldat  
 C) ecetsavoldat < desztillált víz < szódavíz  
 D) szódavíz < ecetsavoldat < desztillált víz  
 E) desztillált víz < ecetsavoldat < szódavíz

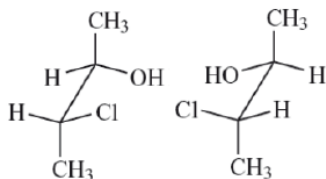
*Szerves kémia*

A piridin levegőn állva nedvességet szív magába.

Milyen vízmegkötő szer alkalmas a piridin víztartalmának eltávolítására?

- A) cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 B)  $\text{P}_2\text{O}_5$   
 C)\* KOH

Milyen izomerpárok?



- A) konstitúciós  
 B) konformációs  
 C) konfigurációs: cisz-transz  
 D)\* konfigurációs: enantiomerek  
 E) konfigurációs: diasztereomerek

<i>Kémiai számítások</i>	
Egy gázelegy hidrogéngázt és oxigéngázt tartalmaz. Benne több az oxigénmolekula, mint a hidrogénmolekula. Mennyi lehet a gázelegy átlagos moláris tömege az alábbiak közül? $M(\text{H}_2) = 2,0 \text{ g/mol}$ , $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$	
A)	1,0 g/mol
B)	2,0 g/mol
C)	17 g/mol
D)*	20 g/mol
E)	33 g/mol
10,0 g szén-dioxidban ( $M = 44,0 \text{ g/mol}$ ) és 10,0 g metánban ( $M = 16,0 \text{ g/mol}$ ) található molekulák számának viszonya:	
A)	$N(\text{CO}_2) > N(\text{CH}_4)$
B)*	$N(\text{CO}_2) < N(\text{CH}_4)$
C)	$N(\text{CO}_2) = N(\text{CH}_4)$
Mi a feltétele annak, hogy egy oldatban a tömegszázalék számértéke megegyezzen az anyagmennyiség-százalék számértékével?	
A)	Az, hogy 100 g oldat anyagmennyisége pontosan 100 mol legyen.
B)	Az, hogy az oldott anyag anyagmennyisége megegyezzen az oldószer anyagmennyiségével.
C)	Az, hogy az oldott anyag tömege megegyezzen az oldószer tömegével.
D)*	Az, hogy az oldott anyag moláris tömege megegyezzen az oldószer moláris tömegével.
E)	Az, hogy az oldott anyag sűrűsége megegyezzen az oldószer sűrűségével.

Az elméleti anyag feldolgozása után másfél hónappal került sor a hallgatók véleményének megkérdezésére Likert-skálás kérdőívvel.

### *Eredmények*

#### *A társmegbeszélés hatékonysága*

A legfontosabb leíró statisztikai adatokat a 2. táblázat tartalmazza.

Látható, hogy a leggyengébb eredmény a kémiai számítások és a szerves kémia témakörben született. A kémiai számítások kiugróan gyenge eredménye annak következménye, hogy a hallgatók is hozzászórtak ahhoz, hogy olykor a legelemibb számításokat is számológéppel, írásban végzik, a fejben számolás, az egyenes és fordított arányosságok felismerése és alkalmazása ennek a korosztálynak is nehézséget okoz. Ugyanakkor a társmegbeszélés hatékonysága ( $g$ -faktor) a szerves kémiai feladatok esetében a

legnagyobb, és az általános kémia témakörben a legkisebb. Ez értelmezhető azzal, hogy a szerves kémiai problémafeladatok megoldása nagyobb mértékben igényli a tárgyi ismereteket, míg az általános kémiai feladatok a problémakör mélyebb megértésére épülnek.

2. táblázat. A témakörök feldolgozása során kapott legfontosabb adatok

Témakör	Feladatok száma	A helyes válaszok aránya	Társmegbeszéléssel feldolgozott feladatok száma	A társmegbeszélés hatékonysága (g-faktor*)
Anyagszerkezet	18	71,6%	3	0,52
Általános kémia	31	62,0%	13	0,50
Szerves kémia	23	65,3%	9	0,83
Szerves kémia	24	59,0%	13	0,64
Kémiai számítások	27	52,6%	15	0,57
Összesen	123	61,4%	53	0,61

\*  $g = (\text{második szavazás \%} - \text{első szavazás \%}) / (100 - \text{első szavazás \%})$

A társbeszélés hatékonyságának további jellemző adata, hogy az 53 ilyen módon feldolgozott feladat 81%-a esetében a második szavazás eredménye jobb lett az első szavazásénál, 11%-ban az eredményesség nem változott, az esetek 8%-ában viszont a második szavazás eredményessége csökkent az első szavazáséhoz képest. A 3. táblázatban láthatunk néhány példát a társbeszélés hatásosságára, illetve – néhány esetben – hatástalanságára. A társbeszélést illetően meg kell jegyezni, hogy abban aktívan csak a hallgatók felelharmada vett részt, a többiek csak figyeltek, de nem nyilvánítottak véleményt.

#### *Ami a válaszok mögött van*


A Mazur-módszer lehetőséget teremt a fogalmi megértéssel kapcsolatos nehézségek, tévképzetek feltárására, valamint a hallgatóknak a társbeszélésben megnyilvánuló érvelésének, gondolkodásának megismerésére is. Néhány példa:

Az (1) feladat megbeszélése során több hallgató is eljutott odáig, hogy a hőmérséklet emelésével nő a víz disszociációjának mértéke, tehát nő a hidrogénion-koncentráció is, de – hibásan – úgy vélték, hogy ez a pH növekedését jelenti.

3. táblázat. Néhány példa a társmegbeszélés kiugróan magas hatékonyságára, illetve eredménytelenségére.

Feladat	Megbeszélés előtt	Megbeszélés után	g-faktor
<p>(1) A nátrium-hidroxid semlegesítése sósavval exoterm folyamat. Ennek ismeretében döntse el, hogyan változik a tiszta víz pH-ja, ha hőmérsékletét 25 °C-ról 90 °C-ra emeljük?</p> <p>A)* csökken            B) nő            C) nem változik            D) Ezekből az adatokból nem dönthető el.</p>	<p>1 1 5 4</p>	<p>1 8 0 2</p>	0,00
<p>(2) A nátrium-szulfát vizes oldatának grafitelektródok között végzett elektrolízisekor a víz bomlik elemeire: Katódfolyamat:  <math>2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-</math>            Anódfolyamat:  <math>\text{H}_2\text{O} = 0,5 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-</math>            Hány mól víz bomlik elemeire 2 mol elektron (<math>2 F</math> töltés) hatására?</p> <p>A)* 1 mol            B) 2 mol            C) 3 mol</p>	<p>5 3 2</p>	<p>10 0 0</p>	1,00
<p>(3) Melyik sor írja le helyesen a három anyag savi erősségének sorrendjét?</p> <p>A)* <math>\text{H}_2\text{S} &lt; \text{HCl} &lt; \text{HBr}</math>            B) <math>\text{H}_2\text{S} &lt; \text{HBr} &lt; \text{HCl}</math>            C) <math>\text{H}_2\text{S} &lt; \text{HBr} = \text{HCl}</math>            D) <math>\text{HBr} &lt; \text{HCl} &lt; \text{H}_2\text{S}</math></p>	<p>3 7 0 2</p>	<p>12 0 0 0</p>	1,00



<i>Feladat</i>	<i>Megbeszélés előtt</i>	<i>Megbeszélés után</i>	<i>g-faktor</i>
<p><b>(4)</b> Melyik állítás igaz a piridin és a pirimidin sav-bázis tulajdonságára?</p> <p>piridin                      pirimidin</p>  <p>A) A piridin és a pirimidin vízzel szemben savként viselkedik.</p> <p>B)* A piridin erősebb bázis, mint a pirimidin.</p> <p>C) A pirimidin erősebb bázis, mint a piridin.</p> <p>D) A két vegyület ugyanolyan erős bázis.</p>	<p>0</p> <p>5</p> <p>7</p> <p>0</p>	<p>0</p> <p>5</p> <p>7</p> <p>0</p>	0,00
<p><b>(5)</b> Hány mól hidrogéngázt tartalmaz 1,00 mol durranógáz?</p> <p>A) 2,00 mól</p> <p>B) 1,00 mól</p> <p>C) 1/2 mól</p> <p>D) 1/3 mól</p> <p>E)* 2/3 mól</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>5</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>10</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>1</p>	0,00

Feladat	Megbeszélés előtt	Megbeszélés után	g-faktor
(6) 1,00 g szén-dioxid-gáz ( $M = 44,0$ g/mol) és 1,00 g azonos hőmérsékletű és nyomású metángáz ( $M = 16,0$ g/mol) térfogatának viszonya:  A) $V(\text{CO}_2) > V(\text{CH}_4)$ B)* $V(\text{CO}_2) < V(\text{CH}_4)$ C) $V(\text{CO}_2) = V(\text{CH}_4)$	7 3 1	0 11 0	1,00
(7) A foszgént szén-monoxid és klór reakciójával állítják elő. A $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ reakció egyensúlyi állandója adott körülmények között: $K = 6$ (mol/dm <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> . Milyen irányba megy végbe a fenti reakció, ha a benne szereplő valamennyi anyag (CO, Cl <sub>2</sub> , COCl <sub>2</sub> ) kiindulási koncentrációja 1 mol/dm <sup>3</sup> ?  A)* Termék (foszgén) fog keletkezni. B) Termék (foszgén) fog bomlani. C) Annyi termék (foszgén) fog keletkezni, mint amennyi el is bomlik. D) Ilyen koncentrációviszonyok nem lehetségesek.	6 2 2 1	5 3 1 2	Relatív változás: -0,182

A (3) feladat esetén a tipikusan hibás válasz a B). *Maeyer és Talanquer* (2010) a reflexgondolkodás finomszerkezetével kapcsolatos tanulmányából tudjuk, hogy a sorba állításos feladatok esetén a tanulók gyakran alkalmaznak bizonyos heurisztikákat, mint például az ismertség és a reprezentativitás. Mivel a három anyag közül legismertebb a HCl, és arról tudják, hogy erős sav, ezért az kerül a sor végére. A reprezentativitás szerint a következő a sorban az ehhez hasonló képletű HBr lesz. Így értelmezhető a B) pontban megadott hibás sorrend.

A (4) feladat esetén még a társmegbeszélés után is helyesnek vélt C) válasz oka a „több – az erősebb” naiv axiómában (p-primben) keresendő, ahogy azt *Bárány és Tóth* (2015) középiskolások között végzett vizsgálata is bizonyítja.

A (6) feladat hibás megoldása (A) szép példája annak, hogy a tanulók és a hallgatók számos esetben az arányosságot egyenes arányossággént értelmezik, és a fordított arányosságnak mind a felismerése, mind a számításokban való felhasználása nehézséget jelent nekik.

További példákat találunk a Mazur-módszer tévképzetek feltárására való alkalmazására *Dobóné* (2017) tanulmányában.

### *Hallgatói vélemények*

Négyfokú Likert-skálás kérdőívvel vizsgáltuk a hallgatók véleményét a Mazur-féle Peer Instruction módszerről. A kérdéseket és a válaszokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat. A hallgatói kérdőív kérdései és a válaszok. (Zárójelben a hallgatók száma látható.)

<i>Véleménye szerint mennyiben segítette a témakör fogalmainak megértését a Mazur-féle módszer?</i>			
Semennyire (0)	Inkább nem (2)	<b>Inkább igen (9)</b>	Sokat segített (1)
<i>Mennyire tetszett Önnek ez a típusú tananyag-feldolgozás?</i>			
Egáltalán nem (0)	Kevéssé (1)	<b>Tetszett (5)</b>	<b>Nagyon tetszett (6)</b>
<i>Tervezi-e, hogy a későbbiekben használja ezt a módszert?</i>			
Soha (0)	<b>Talán kipróbálok (6)</b>	<b>Mindenképpen kipróbálok (5)</b>	Fogom használni (1)
<i>Használta-e már ezt a módszert?</i>			
<b>Még nem (9)</b>	Egyszer már kipróbáltam (1)	Többször kipróbáltam (2)	Amikor csak lehet, használom (0)
<i>Mennyiben ért egyet a következő kijelentéssel: „Jobban szeretem, ha a tanár magyarázza el a helyes megoldást, nem pedig a társaimmal kell azt megvitatnom.” ?</i>			
Nem értek egyet (2)	<b>Részben egyetértek (5)</b>	Többnyire egyetértek (2)	<b>Teljes mértékben egyetértek (3)</b>

A hallgatók többségének tetszett a Mazur-féle módszer, és véleményük szerint inkább segítette a fogalmi megértést, mint nem. Valamennyien úgy nyilatkoztak, hogy talán vagy mindenképpen kipróbálják saját tanári gyakorlatukban. Közülük néhányan már egyszer vagy többször kipróbálták vagy az egyetemi gyakorlatok, vagy a gyakorlóiskolai tanítás során. Ugyanakkor a hallgatók többsége igényli a tanári magyarázatot a problémafeladatok megoldásakor.

Összességében tehát megállapítható, hogy mind a társmegbeszélés eredményessége, mind a hallgatók hozzáállása a módszerhez alapvetően pozitív. Ezért is fontos, hogy a tanárjelöltek megismerjék és megtapasztalják a Mazur-féle módszert, noha általános és középiskolai használatával kapcsolatban még igen szegényes a szakirodalom (Tóth, 2017d).

### *Összefoglalás*

A Mazur-féle Peer Instruction módszer, amely épít a hallgatók közötti kommunikációra és kihasználja a társtanítás lehetőségeit, bizonyítottan hatékony a felsőoktatásban. Szerencsésen ötvözi a hagyományos frontális, a problémaalapú és a kooperatív tanítás elemeit. Elsősorban a fogalmi megértés – és részben a problémamegoldás – elmélyítésére, fejlesztésére és ellenőrzésére alkalmas.

A módszert ötödéves kémia tanár-szakos hallgatók „Érettségi feladatok kémiából” című tantermi gyakorlata keretében próbáltuk ki. A 123 zárt végű, problémajellegű feladat feldolgozása során 53 esetben került sor társmegbeszélésre is. Az eredmények azt mutatják, hogy az esetek 80%-ában a társmegbeszélés elősegítette a feladatmegoldás sikerességét. A módszer alkalmazásával tipikus hallgatói tévképzeteket is felszínre lehetett hozni. A hallgatói vélemények alapján megállapítható, hogy a módszert a hallgatók többsége hasznosnak és élvezetesnek tartotta, és tervezi annak kipróbálását tanári munkája során.

Bár a módszer általános és középiskolai használatával kapcsolatban még nagyon szegényes a szakirodalom, a leendő tanárok képzésében és felkészítésében mindenképpen helye van.

### **Irodalom**

Bárány Zsolt Béla és Tóth Zoltán (2015): A p-primek mint a fogalmi megértési problémák forrásai a kémiában. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 42(5) 346-353.

Brame, C. J. (é.n.): *Writing good multiple choice test questions*. <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/writing-good-multiple-choice-test-questions/> (Utolsó látogatás: 2017. 01. 25.)

Dobóné Tarai Éva (2017): Egy hatékonyabb kémiaoktatásért. A Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszer kipróbálásának néhány tapasztalata. *Közéiskolai Kémiai Lapok*, 44(5), 418-434.

Jarosievitz Beáta (2016a): The impact of ICT and multimedia used to flip the classroom (Physics lectures) via Smart phones and tablets. In: Lars-Jochen, T., és Raimund, G. (szerk.): *Proceedings of the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning*. Mulhouse, European Physical Society (EPS), 357-363.

Jarosievitz Beáta (2016b): Fordulj a társadhoz! Saját eszközökkel megvalósított interaktív tanítási módszer a fizika oktatásában. In: Karlovitz J. T. (szerk.): *Társadalom, kulturális háttér, gazdaság: IV. IRI Társadalomtudományi Konferencia*. Komárno, International Research Institute, 396-402.

Maeyer, J. és Talanquer, V. (2010): The role of intuitive heuristics in students' thinking: Ranking chemical substances. *Science Education*, 94, 963-984.

Mazur, E. (1997): *Peer instruction - A user's manual*. Prentice Hall, Inc. Simon & Schuster, New Jersey

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

Tóth Zoltán (2017b): Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72(4), 116-121.

Tóth Zoltán (2017c): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, II. A módszer egyes lépéseinek elemzése. *Közéiskolai Kémiai Lapok*, 44(4), 321-353.

Tóth Zoltán (2017d): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, III. Közép- és általános iskolai tapasztalatok. *Közéiskolai Kémiai Lapok*, 44(5), 409-417.

Vickrey, T., Rosploch, K., Rahmanian, R., Pilarz, M. és Stains, M. (2015): Research-based implementation of peer instruction: A literature review. *CBE – Life Science Education*, 14 (spring), 1-11.

**Liziczai Márk**

## **Kémiai szabadulószoza – KLG módra**

A kémiai szabadulószoza egy viszonylag új módszer a kémia-  
oktatásban. Rendkívüli motiváló erővel bír, s hatékonyan képes növelni  
a tanulóiban a kémia iránti érdeklődést, vonzódást. Mindemellert nem  
elhanyagolható szempont, hogy rendkívül sokat képesek tanulni és  
profitálni a kísérletsorozat végrehajtásából, már csak azért is, mert  
bizonyos feladatok igénylik az előzetes tervezést és gondolkozást. Ez  
pedig a kémiai ismeretek alkalmazásának egy magasabb szintje a  
pusztán végrehajtandó kísérletezéshez képest. A kémiai  
szabadulószoza emellett a tanulók kreativitását és ügyességét is  
próbára teszi – egyúttal fejleszti – amik mind olyan kompetenciák,  
melyek acélozására egyre nagyobb hangsúly kerül a modern oktatási  
szemléletben.

Jelen cikk apropója egy új „recept” bemutatása, mely egykori  
középiskolám, a Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium és  
Kollégium (vagy röviden csupán KLG) idén nyáron megrendezett  
természettudományos táborában került kipróbálásra. Szalay Luca  
tanárnő munkájának hála az ELTE kémiatanár-képzésének  
szakmódszertani óráin megismerkedhettünk a szabadulószoza  
műfajával és alapjaival. A tanárnő által ismertetett szabadulószozóbát  
számos pontban átalakítottam – helyenként egyszerűsítve, helyenként  
viszont nehezítve. Egyszóval a KLG arculatára szabva, egy „kossuthos”  
szabadulószoza készült el, mely mind az iskola pedagógusai, mind a  
tanulók körében elsőprő sikert aratott és elmondásuk szerint a tábor  
fénypontja volt. Éppen ezért úgy gondoltuk, érdemes megosztani  
receptünket a szakmai közösséggel. Mielőtt azonban a részletekre  
rátérnék, röviden bemutatom a mosonmagyaróvári gimnáziumot és az  
iskola természettudományos hátterét.

### *A Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium*

A Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium és Kollégium fényes  
múlttal rendelkezik, mindig is meghatározó szerep jutott számára  
Mosonmagyaróvár és a szigetközi régió oktatásának terén.

Gyakorlatilag évszázados múltja van az intézménynek, hiszen a gyökerek egészen 1739-ig nyúlnak vissza – ekkor még piarista szerzetesek oktattak az iskola elődjében. Kossuth Lajos nevét 1953-ban vette fel az intézmény, majd az 1960-as években megépült a tanító-nevelő munkának jelenleg is otthont adó épület. Az új telephely, melyet nem szorítottak keretek közé a város már álló épületei, számos lehetőséget nyújtott a gimnáziumnak. A Lajta partján megépült iskola tágas sportpályáját a város több sportegylete is használja, sőt, az elmúlt években még egy sportcsarnok kivitelezése is megvalósulhatott. Az intézmény parkosított környezete is szolgálja a környezetvédelmi szempontú oktatást, akárcsak a tanulók és tanáraik kikapcsolódását. Nagyon fontosnak tartom kiemelni, hogy Magyarországon először a KLG-ben indulhatott két tanítási nyelvű képzés: 1987-ben (tehát még a rendszerváltás előtt) német két tannyelvű osztály indult, ahol már ekkor külföldi, anyanyelvi tanárok oktathattak és diákcsereprogramok valósulhattak meg. Ez majd hogyanem országos léptékűvé tette a beiskolázást. Egy másik ragyogó eredmény a Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium múltjában, hogy 2003-ban elnyerte az Európai Minőségirányítási Alapítvány (EFQM) Finalist Global Quality Award díját, melyet egyetlen másik hazai oktatási intézmény sem tudhat magáénak. Sőt, egész Európában is csupán két további, külföldi iskola kapta meg e kitüntetést. A díj apropója egy azóta csupán KLG-modell néven emlegetett, saját minőségbiztosítási rendszer.

A Kossuth Gimnázium változatos képzési palettával várja az ide érkező diákokat: nagy népszerűségnek örvend az öt évfolyamos, angol nyelvi előkészítő osztály, akárcsak az 1990 óta minden évben meghirdetésre kerülő hatosztályos képzés is. A beérkező hetedik osztályosok választhatnak emelt nyelvi óraszám (német vagy angol) vagy emelt matematika között, s e tagozatok a kilencedik évfolyamtól is megmaradnak. Természetesen a német két tannyelvű osztálynak is nagy hagyománya van, emellett pedig a kilencedikes gólyák dönthetnek emelt óraszámú angol, német vagy természettudományos tagozat mellett is a hagyományos, négy évfolyamos képzésben. Egy aktuális újdonsága a gimnáziumnak, hogy sporttagozat is elindulhatott, mely sajátos órarenddel nyújt lehetőséget arra, hogy sportegyesületi edzések is beépíthetők legyenek a napirendbe. A kollégium pedig otthont ad a vidéki diákoknak – amit például a sporttagozat tanulói előszeretettel igénybe is vesznek. A legtöbb tagozaton a kémiaoktatás

az általános gimnáziumi óraszámában és felosztásban történik. Ez alól kivétel a természettudományos tagozat, ahol 9. és 10. osztályban két-két természettudományos tárgyat magasabb óraszámában tanulhatnak a diákok; illetve a hatosztályos képzés, ahol hetedik és nyolcadik évfolyamon heti egy órás természettudományos gyakorlatot szerveznek a diákoknak az iskola laboratóriumában – ez egy fél tanév erejéig a kémia köré szerveződik.

A gimnázium fakultációs rendszere úgy lett kialakítva, hogy az átjárhatóságot maximálisan biztosítsa: bármely tagozatról bármely tárgy emelt szintű felkészítő óráira jelentkezhetnek a tanulók. Gyakori eset, hogy a nyelvi előkészítő vagy akár a két tannyelvű osztályokból választanak természettudományos – így kémia – fakultációt a diákok. Ez az átjárhatóság biztosítja, hogy a tanulók magas szintű nyelvtudást szerezhessenek, de természettudományos pályára is felkészülhessenek. Az emelt szintű felkészítő foglalkozások a kémia esetében heti négy órát jelentenek 11. és 12. évfolyamon. E négy órából jellemzően kettőt fordítanak elméleti órákra, illetve általában a tanulókísérletek és tanári demonstrációk is itt kerülnek bemutatásra; míg a másik két órán főleg számolási gyakorlatokra, a kémiához is elengedhetetlen matematikai kompetenciák fejlesztésére van lehetőség. A kémiát fakultáción választók között legnépszerűbb pálya az orvosi, fogorvosi (illetve más egészségügyi irányultságú), de – bár kisebb számban – akadnak vegyészeti, vegyészmérnöki irányba kacsintgató diákok is. Az emelt érettségik eredménye nagyjából az országos átlagnak megfelelő. A kémiaversenyek terén pedig az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaversenynek van nálunk nagy hagyománya, számos döntős tanulója volt a KLG-nek.

### *A KLG Öveges Labor*

A természettudományok oktatása terén az igazi áttörést a 2013-as év jelentette. A Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium elnyerte ugyanis a lehetőséget, hogy egy Európai Unió pályázat keretében modern laboratóriumot alakíthasson ki. Ennek eredményeképpen a 2013/14-es tanév már úgy indulhatott el, hogy két laboratóriumi szaktanterem, egy hozzá kapcsolódó előkészítő és tanári állt teljes pompájában a tanítás szolgálatára. Az iskola több, mint 300 millió forint támogatásból felépült és mind a mai napig dinamikusan fejlődő laborját Öveges József fizikus után nevezték el (KLG Öveges Labor). A



laborok egyenként 20-20 tanuló befogadására alkalmasak, s felszereltségük lehetővé teszi mind a négy természettudományos tantárgy hatékony, modern és egyúttal élményszerű oktatását. Az iskola nagy figyelmet fordít a diákok motiválására, és egyúttal arra is, hogy lehetőségük legyen az önálló megfigyeléseken és kutatáson alapuló tanulásra. A korábban elsősorban nyelvi beállítottságú gimnáziumnak mára a másik fő profilját a természettudományok jelentik, így a tanulók széles skálája kaphatja meg a megfelelő alapokat a későbbi felsőoktatásbeli tanulmányaihoz és leendő pályájához. Az Öveges Labor eredményei a beiskolázásban és a természettudományos pályorientációban is visszaköszönnek, de jelentős szakmai megújulást hozott az iskola pedagógusai számára is.

A KLG Öveges Labor viszont messze túlmutat az iskola igényeinek kiszolgálásán: létrejöttének köszönhetően a Kossuth Lajos Gimnázium regionális természettudományos központtá vált, egyfajta tudásbázist adva a régióknak. Jelen pillanatban is 16 másik intézménnyel áll partnerkapcsolatban a labor. Ez azt jelenti, hogy helyi és a vonzáskörzethez tartozó települések, falvak iskoláiból heti rendszerességgel érkeznek diákcsoportok a gimnáziumba, akik természettudományos gyakorlatokon vehetnek részt – sok esetben egy látogatás során akár mind a négy tantárgyból. Évek óta bevezetett rendszer nálunk, hogy a szerdai nap a „külsősöké”, ekkor érkezik 40 tanuló valamely másik iskolából, akiknek a KLG szaktanárai vagy saját pedagógusuk tart laboratóriumi órát. A látványos fizikai kísérletektől kezdve a sertésszív boncolásáig a legkülönbözőbb gyakorlatokat végezhetik el a kisdíákok, melyekre saját iskolájukban nem nyílna lehetőség. Az Öveges Labor közösségi jelentősége azonban nem merül ki ennyiben: különböző programjaink keretében az óvodásoktól a nyugdíjasokig a legkülönbözőbb korosztályok kapnak bevezetést a tudomány világába. Nagyon népszerű a Kutatók Éjszakája: ilyenkor a délelőtt folyamán – a „Kiskutatók Délelőttjén” – óvodások és alsó tagozatosok érkeznek kísérletezni a laborunkba, míg délután a helyi egyetem (a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdasági és Élelmiszer-tudományi Kara) oktatói látogatnak el a gimnazistáinknak különleges órát adni. Volt már példa arra is, hogy az egyetemisták jöttek át a laborba és nálunk végeztek el bizonyos gyakorlatokat – ez jól példázza az Öveges Labor felszereltségét, lehetőségeit és egyúttal a remek együttműködést is, ami hosszú évek óta töretlen a gimnázium és az

egyetem között. Persze nem csupán a mosonmagyaróvári az egyetlen felsőoktatási intézmény, mellyel jó kapcsolatot ápolunk: többek között a Kaposvári Egyetemet vagy az ELTE TTK Biológiai Intézetét is felsorolhatnám.

2013-ban a labor elkészültével párhuzamosan megalakult a KLG Goodeid Projekt is, mely egy egyedülálló természetvédelmi program, ugyanis a Mexikóban őshonos magashegyi fogaspontyok *ex situ* fajmegőrzését tűzi ki céljául. A magashegyi fogaspontyok (Goodeidae család) tagjai kihalással kritikusan fenyegetett állatok, a világ legritkább halfajai közül több is körükből kerül ki. A Kossuth Lajos Gimnázium nemcsak Magyarországon, hanem világszinten is az első közoktatási intézmény volt, mely szervezett tenyésztési programot indított a fajok megővésére, mely azóta is sikeresen zajlik számos más intézménnyel, állatkerttel és nemzetközi szervezettel aktívan együttműködve.

#### *2020 – nyári tábor a rendhagyó tanévben*

A 2019/20-as tanév a koronavírus-járvány miatt rendhagyó módon alakult, és ez részben a 2020/21-es tanévre is igaz. A KLG Öveges Laborban már hagyománnyá vált a nyári természettudományos tábor megrendezése – idén immáron ötödik alkalommal került erre sor. A korábbi években ez június végén, esetleg július elején zajlott, az elmúlt nyáron viszont augusztus végére tolódott a világjárvány okozta változások miatt, természetesen a járványvédelmi előírások maximális betartásával. A tábor mindig óriási népszerűségnek örvend, hiszen rendkívül sokszínű programkínálattal várjuk a 7-9. osztályos tanulókat. A látványos kémiai kísérletektől kezdve a boncolásokon át a kirándulásokig évről évre tartalmas és hasznos programokon vehetnek részt a tanulók – melyekből amellet, hogy jól érzik magukat, rendkívül sokat profitálnak is. A jókedv és a tanulás kéz a kézben jár.

Az idei tábor során a labormunka mellett két kirándulást szerveztünk a diákoknak. Az egyik napon a Veszprémi Állatkertbe látogattunk el, ahol a tanulók a veszélyeztetett állatokkal és védelmükkel ismerkedhettek. A másik kirándulás során a kőszegi Chernel-kertet és a Bechtold István Természetvédelmi Látogatóközpontot tekintettük meg, ahol többek között az Alpokalja élővilágáról, különleges arborétumi növényritkaságokról és ragadozó madarokról tanultak a diákok, míg

délután egy túrát tettünk a városhoz közeli bükkösben. A kirándulások során a hangsúly a környezetvédelemre és a pozitív ökológiai szemlélet kialakítására helyeződött. A többi napon a laboratóriumi foglalkozások között sor került az állatok mozgásának vizsgálatára, csirkeláb boncolásra, élettani vizsgálatokra (vércukor- és vércsoport-meghatározás, EKG), porszennyezettség- és vízminőség-vizsgálatra, látványos fizikai kísérletekre az elektromosság témakörén belül, sőt, még drónprogramozást is tanulhattak, és a Harvard-teszt segítségével erőnlétükről is képet kaphattak a táborozók. A kémia berkein belül is különböző programokkal vártuk őket. Az élettani gyakorlathoz biokémiai kimutatások kapcsolódtak: különböző kísérleteken (pl.: Biuret-reakció, Fehling- és Tollens-próba) keresztül a diákok elsajátították a fehérjék és cukrok kimutatásának lehetőségeit, amit aztán hasznosítaniuk kellett különböző összetételű – egyes kórképeket modellező – mű-vizeletek azonosításához. A három minta egyike fehérjét tartalmazott (imitálandó a vesegyulladás), míg a másik szőlőcukrot, ami egy cukorbetegségben szenvedő képzeletbeli egyén vizeletét hivatott lemásolni. A biokémiai kísérleteket azért is alkalmazzuk szívesen a hasonló programok során, mivel elősegítik a kémia és biológia közötti kapcsolat és interdiszciplináris szemlélet kialakulását. A tanulók motiválása és a kémia megkedveltetése érdekében évről évre látványos kémiai kísérletekkel is készül Bekő János szaktanár: e kísérletek általában az égés, robbanás témakörét járják körbe. Idén a tanulók látványos módon megismerhették többek között a dietil-éter gőzeinek gyúlékonyságát, az ammónium-dikromát bomlását, az acetilén tulajdonságait vagy éppen a füstös lőpor viselkedését, de kedvenc kísérletük az aceton-peroxid égése volt.

A tábor zárása előtti utolsó program a kémiai szabadulószoza volt – melyet a diákok egyöntetűen nagyon élveztek. Hatalmas újdonság volt ez számukra – de egyúttal az iskola pedagógusainak is, hiszen a KLG történetében először szerveztünk ilyen programot. Cikkem folytatásában a szabadulószoza „KLG-s receptjét” osztom meg az olvasókkal, melyet az iskola munkaközössége (a forrás megjelölésével) örömmel bocsájt valamennyi szaktanár rendelkezésére.

*Kémiai szabadulószoza Kossuth-módra – szabályok, ajánlások*

A „Vegy-ÉSZ-torna” névre elkeresztelt játék kerettörténetét egy őrült tudós (Bór professzor) adja, aki a bezárt kastélyajtón csak azokat engedi ki, akik sikeresen teljesítik a szabadulószoa feladványait.

A szabadulószoa összesen 10 állomást, és további 6, úgynevezett „bünti-asztalt” foglalt magába. Utóbbiak szerepe az volt, hogy ha egyik-másik állomáson a tanulók helytelen eredményre jutnak, akkor gyakorlatilag a kijutást nehezítendő – egy külön asztalnál extra kísérletet vagy valamilyen elméleti feladatot kelljen megoldaniuk. Alternatívaként várakozási idő is fel volt ajánlva nekik. Párhuzamosan három tanulócsoport dolgozott, mindhárom csoport külön-külön teremben. Ez a megoldás bár az anyag- és eszközigényt valamelyest megnöveli, ellenben a játék szervezését és lebonyolítását megkönnyíti. A forgószínpad szerű megoldás (vagyis amikor ugyanabban a teremben egyszerre több csoport is játszik, csak más állomáson kezdve a szabadulást) több problémát is felvet: ha az egyik csoport gyorsabb, a másik viszont lassabb (esetleg büntető feladatot is kap), utolérhetik egymást; a már elvégzett kísérletet látva nagyobb erőfeszítés nélkül rájönnek a helyes megoldásra, stb. Mindezt sikeresen kiküszöböltük azzal, hogy az egyes csoportok külön tantermekben dolgoztak. Másrészről, a diákoknak is nagyobb élmény, illetve az igazi szabadulószoák érzését reálisabban modellezi, ha csak a saját csapatuk dolgozik egyszerre az adott helyiségben.

A szabadulószoát úgy terveztük meg, hogy a hetedikes korosztály is képes legyen sikeresen megoldani, de még a kilencedikeseknek is kelljen rajta gondolkozni. Jelen recept, a kísérletek aránylag egyszerű mivolta miatt, tizedikes vagy annál idősebb diákok számára már kevésbé jelent kihívást, viszont legalább fél-egy tanévnnyi kémiatanulást feltételez. A feladatok optimalizálása mellett igyekeztünk további differenciálást is megvalósítani. Erre a célra „segítő kártyákat” kaptak a tanulók. Egy-egy kártyát beválthattak kérdésre: ha megakadtak valamelyik állomáson, akkor a felügyelő tanártól útmutatást, rávezető segítséget kaphattak (de a végeredményt nem mondhatja meg a tanár), illetve, ha az előkészített eszközök elfogytak (például a kelletténél több kémcsövet használtak el a diákok), akkor annak pótlására is ez a kártya adott lehetőséget. A differenciálás pedig abban rejlett, hogy az előzetes kémiai tanulmányok mértéke szerint kaptak segítő kártyát: akik 8. osztályt kezdték ősszel (tehát egy évig tanultak eddig kémiát) három

kártyát kaptak, akik 9. osztályba mentek (beleértve a nyelvi előkészítőket) kettő, akik pedig a tizedik évfolyamot kezdték, egy kártyával indulhattak el a szabadulás felé vezető úton.

Ehhez a recepthoz az ideális csoportlétszám kb. 4-6 fő, de természetesen ettől el lehet térni a lehetőségek figyelembevételével. A szabadulásra a diákoknak 60 perc állt rendelkezésre, digitális tábla (vagy írásvetítő) segítségével egy visszaszámláló stoppert vetítettünk ki, ami az idő lejártakor egy hangos bombarobbanáshoz hasonló hangot játszik le. Részben motiváló, részben pedig nehezítő körülménynek szántuk a játék alatt hol sejtelmes – hol ijesztő zene lejátszását. Ehhez egyedi összeállítást készítettünk, javarészt olyan zenékből, melyeket a résztvevő korosztály ismer és kedvel (például Bosszúállók, Csillagok Háborúja, Harry Potter, X-akták stb.), viszont az adott művek sötétebb hangvételű dallamait választottuk (jellemzően valamely negatív szereplő témáját). Amellett, hogy a tanulók élvezték az ismerős szövegeket, ez kis mértékben megnehezítette a munkájukat – ám egyúttal fejleszti is koncentrációs képességüket, hiszen a zavaró körülmények (zene, visszaszámlálás stb.) mellett is el kellett tudni végezni a kémiai feladványokat.

Az egyes elvégzendő kísérletek leírása mindig az adott asztalon szerepelt, a diákok pedig egy menetlevelet kaptak (egy oldal), melyen a legfontosabb instrukciók szerepeltek csak, illetve egy periódusos rendszer, melyet szabadon felhasználhattak a játék ideje alatt.

További szabályok és ajánlások:

- A játék előtt mindenképpen rövid balesetvédelmi oktatást kell tartani, melynek során felhívjuk a tanulók figyelmét a balesetforrásokra, biztonságos kísérletezésre, eszközhasználatra. A szabaduláshoz balesetmentes végrehajtását szolgálja, hogy sem veszélyes anyag nem szerepel a kísérletekben, sem nyílt láng használatára sincs szükség.
- A felügyelő tanár nem avatkozhat közbe a játékban, kizárólag a következő esetekben: balesetveszély esetén, segítő kártya felhasználásakor, vagy a büntető állomásoknál időmérés / feladat ellenőrzés céljából. A szabaduláshoz alapvetően automatizált (a jó, ill. büntető asztalok miatt a feladat „önmagát javítja”, éppen ezért fontos, hogy a végeredmény mindig valamilyen szám legyen),

de egyes „bünti asztalhoz” tartozó elméleti feladatoknál szükség lehet tanári ellenőrzésre. A tanár részletes feladateleírást kap, így nem szakos felügyelő tanár is el tudja látni ezt a feladatot.

- A kísérletek hasonló nehézségűek. Egy-egy állomásra javasolt idő 6 perc, de mivel egy-egy teremben egy csapat játszik, így nincsenek szigorúan időhöz kötve, több ideig is maradhatnak egy-egy állomáson, de a 60 percbe bele kell férnie mind a tíz feladatnak a sikeres kijutáshoz.
- A kísérleteket akkor is el kell végezniük a tanulóknak, ha elvégzés nélkül is rájönnek a helyes megoldásra.

### *Kémiai szabadulószoza Kossuth-módra – feladatok*

A folytatásban ismertetem az egyes állomások feladatait és sorszámozásukat, melyet célszerűnek tartok megtartani. A legtöbb feladatnál megterveztük a legvalószínűbb helytelen megoldásokat is, és a büntető állomások számozása eszerint készült el. Továbbá odafigyeltünk arra, hogy a helyes és helytelen állomások számozása – a lineáris számsort nézve – kevert legyen, így nem tudnak a tanulók pusztán a végeredményből következtetni, hogy vajon az helyes megoldás, avagy helytelen-e.

#### **1. állomás:**

Száma: 1.

A feladat által mért kémiai ismeret: ismeretlen gázok azonosítása

Feladat leírása: Az első állomáson két, eltérő gázzal megtöltött lufit helyeztünk el. Az egyik lufiban hélium (He, rendszáma: 2), a másikban szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) van. A héliummal töltött lufira alkoholos filccel 5-ös számot írunk, a szén-dioxiddal töltöttre 14-et. A He-os lufi magasabbra száll (akár a plafonig), a szén-dioxidos nem. A tanuló feladata a kapott leírás (ami egyebek mellett a borospincék jellemző problémájára utal) alapján felismerni a CO<sub>2</sub> gázt, illetve az azt rejtő lufit, majd ennek a lufinak a számából (tehát a 14-ből) kivonni a He rendszámát (a héliumot is nekik kell kitalálni a szöveg alapján, mely a nemesgáz mivoltára utal). A helyes megoldás 12. (Lehetséges rossz válasz például 3.) A játékot a 12-es sorszámú állomáson folytatják.

Eszköz- és anyagigény:

He-mal töltött lufi, CO<sub>2</sub>-vel töltött lufi (ez lehet saját fejlesztésű)

## 2. állomás:

Száma: 12.

A feladat által mért kémiai ismeret: ismeretlen oldat azonosítása kémhatás alapján

Feladat leírása: A tanulók négy kémcsövet kapnak a tálcájukra, melyekben ismeretlenként a következő anyagokat kapják: *desztillált víz* (H<sub>2</sub>O), *sósav* (HCl), *nátrium-hidroxid oldat* (NaOH) és *nátrium-hidrogén-karbonát oldat* (NaHCO<sub>3</sub>).

A kémcsövekre a következő számokat kell írni:

víz – 4; sósav – 2; NaOH – 3; NaHCO<sub>3</sub> – 1.

Ezenkívül a tálcájukra készítünk csepegtethető formában (cseppentő vagy kis főzőpohár pipettával) fenolftaleint és metilvöröst (ha nincs, akkor metilnarancsot). A feladatuk azonosítani az indikátorok színváltozása alapján a sósavat. (Rá kell jönniük, hogy meg kell felelniük mind a négy oldatot.) A diákok feladatlapján szerepel színesen nyomtatva az indikátorok átcsapási tartománya. A helyes megoldás, hogy a 2-es számú kémcső tartalmazza ismeretlenként a sósavat, a játékot a kettes számú állomáson folytatják.

Eszköz- és anyagigény:

tálca, 4 számozott kémcső (víz, sósav, NaOH és NaHCO<sub>3</sub>-oldattal), 4 üres kémcső, fenolftalein, metilvörös (szükség esetén kis főzőpohár, cseppentő)

## 3. állomás:

Száma: 2.

A feladat által mért kémiai ismeret: csapadékképződéssel járó reakciók

Feladat leírása: Három főzőpohárban/porüvegben az alábbi anyagokat kapják a diákok: magnézium-klorid (MgCl<sub>2</sub>), vas-klorid (FeCl<sub>3</sub>), réz-klorid (CuCl<sub>2</sub>). Az edényekre az anyagok képletét ráírjuk. Ezen kívül egy 20%-os nátrium-hidroxid (NaOH) oldatot is kapnak (cseppentőben). Egy üres kémcső áll rendelkezésükre, és a feladatuk, hogy vas-hidroxidot hozzanak létre (Fe(OH)<sub>3</sub>), de a képlet a

feladatlapon szándékosan nincs feltüntetve)! A megoldást színekkel kapják, azt a sorszámot kell választaniuk, ami a létrejött anyag színéhez társul: fehér = 4; rozsdavörös = 5; kék = 6. A helyes megoldás a rozsdavörös, ami a vas-hidroxid csapadék színe. A játékot az 5-ös számú állomáson folytatják.

Eszköz- és anyagigény:

3 főzőpohár/porüveg rendre  $MgCl_2$ -dal,  $FeCl_3$ -dal,  $CuCl_2$ -dal; 3 vegyszerkanál, 20%-os NaOH oldat kis cseppentős műanyagban, 1 üres kémcső

#### 4. állomás:

Száma: 5.

A feladat által mért kémiai ismeret: ismeretlen por azonosítása, gázfejlődéssel járó reakció

Feladat leírása: Négy főzőpohárban rendre az alábbi anyagokat kapják ismeretlenként: kisavazott (!) homok (szilícium-dioxid,  $SiO_2$ ), mészkőpor ( $CaCO_3$ ), konyhasó ( $NaCl$ ) és kristályos réz-szulfát ( $CuSO_4$ ). A homokot tartalmazó főzőpohárra írandó sorszám 6; a mészkőporra 8; a konyhasóra 10; a réz-szulfátra 12. Emellett egy kis főzőpohárban 1:1 sósavat is kapnak. A feladatuk, hogy kiválasszák, melyik anyag reagál sósavval gázfejlődés közben (mészkőpor), a helyes megoldás száma tehát a 8-as.

Eszköz- és anyagigény:

4 számozott főzőpohár (homok,  $CaCO_3$ ,  $NaCl$ ,  $CuSO_4$ ), 1 főzőpohár 1:1 sósavval

#### 5. állomás:

Száma: 8.

A feladat által mért kémiai ismeret: biokémia / összetett azonosítási feladat

Feladat leírása: A feladat két alegységből áll. Az első alfeladathoz két kémcső tartozik, az egyikben desztillált víz van, a másikban pedig keményítőoldat. Az azonosításhoz három különböző anyag közül választhatnak: fenoltalein, sósav és Lugol-oldat (a jó d kálium-jodidos



oldata). A tanulók első feladata, hogy azonosítsák, melyik kémcsőben van a keményítőoldat (és jegyezzék meg, mivel sikerült azonosítani). A második alfeladatban egy-egy Petri-csészében felkockázott burgonyát, illetve almát kapnak, feliratozás nélkül. Mindkét Petri-csésze alá egy kis cetlin sorszámot rejtünk, az almához 10, a burgonyához 11. (Fontos, hogy az alma érett legyen!) A feladatuk, hogy azonosítsák a két növényi részt – pozitív próbával igazolják a burgonyát (ehhez Lugol-oldatra lesz csak szükségük, ami kék színreakciót eredményez, akárcsak az első feladatrészt során). A feladatlap is felhívja a figyelmet erre, de a felügyelő tanár külön ügyeljen arra, hogy a diákok ne kóstolják meg a gyümölcs/zöldségdarabokat!

A továbbjutáshoz a burgonya alatt elrejtett számra, tehát a 11-re lesz szükség.

#### Eszköz- és anyagigény:

2 kémcső (vízzel és keményítőoldattal, felirat nélkül, sorszám lehet 1 és 2), cseppentős fenolftalein, sósav és Lugol-oldat, 4 üres kémcső, 2 Petri-csésze, benne kis kockákra vágott érett alma és burgonya, kis cetlik rajtuk sorszámmal

### **6. állomás:**

Száma: 11.

A feladat által mért kémiai ismeret: sav-bázis titrálás (egyszerűsített)

Feladat leírása: Ezen az állomáson a tanulók egy egyszerűsített titrálást hajtanak végre. Két főzőpohárban eltérő koncentrációjú ecetsav-oldatot kapnak ismeretlenként. A hígabb ecetsav főzőpoharára 7-es számot írunk, 1/3-ig desztillált vízzel feltöltjük, majd 5 csepp 20%-os ecetsavoldatot cseppentünk bele. A töményebb ecetsavoldat sorszáma a 9-es, ebbe is 1/3 magasságig desztillált víz kerül, majd 15 csepp 20%-os ecetsav. Mindkét savoldatba két csepp fenolftaleint is teszünk. A mérőoldat 20%-os NaOH, cseppentős műanyag flakonban (az első esetben kb. 4 csepp, a második esetben kb. 10 csepp NaOH fogy). A tanulók feladata, hogy a fenolftalein színreakciójaig csepegtessék a nátrium-hidroxid oldatot a savoldatokba, és számolják a cseppeket, ami alapján a töményebb ecetsavoldatot kell kiválasztaniuk. Tehát a helyes megoldás a 9.

**Eszköz- és anyagigény:**

2 kémcső ecetsavoldattal (1/3 desztillált víz és 5 csepp 20%-os ecetsav + 2 csepp fenolftalein; valamint 1/3 desztillált víz és 15 csepp 20%-os ecetsav + két csepp fenolftalein), egy cseppentős műanyagban 20%-os NaOH-oldat

**7. állomás:**

Száma: 9.

A feladat által mért kémiai ismeret: ismeretlen oldat azonosítása oldhatósági különbség alapján

Feladat leírása: A tanulók a tálcaikon ismeretlenként két lila színű oldatot kapnak 1-1 kémcsőben: ezek egyike benzinben oldott jód, míg a másik a kálium-permanganát ( $\text{KMnO}_4$ ) híg vizes oldata. A jód benzines oldatának kémcsővére a 4-es számot, a kálium-permanganátra a 2-es számot írjuk.

Az azonosításhoz az alábbi anyagokat kapják a tanulók: desztillált víz; kristályos konyhasó ( $\text{NaCl}$ ); etanol; pH-papír. Feladatuk azonosítani a két kémcsövet, összeadni a kálium-permanganátot alkotó elemek rendszámát (helyes válasz: 52), majd ezt elosztani a kálium-permanganát híg vizes oldatát tartalmazó kémcső számával. Tehát a megoldás  $52/2 = 26$ , lehetséges rossz megoldás például a 13. Többféle helyes azonosítási lehetőség is van:

- a víz nem elegyedik a benzinnel (két fázis lesz), de a vizes oldattal igen
- az  $\text{NaCl}$  nem oldódik benzinben, de a vizes oldatban igen

**Eszköz- és anyagigény:**

2 kémcső (benzinben oldott kevés jóddal és  $\text{KMnO}_4$  híg vizes oldatával), 2 kis főzőpohár (egyikben víz, másikban etanol), egy kis edényben kristályos konyhasó, 1 kis pH papír + olló vagy két kisebb darab, egy kanál, egy csipesz

**8. állomás:**

Száma: 26.

A feladat által mért kémiai ismeret: sav-bázis indikáció

Feladat leírása: Egy szűrőpapírra fenolftalein-oldatba mártott ecsettel, jól látható méretben ráírjuk a 14-es számot, majd hagyjuk megszáradni. A tanulók asztalára ez a lap kerül, melyen elő kell hívniük a „titkosírást”. Ehhez háromféle anyagot kapnak: Lugol-oldatot, desztillált vizet és ammóniát (ezt kaphatják spriccelős kölni flaskában vagy kis főzőpohárban, ecsettel – nálunk az utóbbi megoldás vált be jobban). A helyes megoldás, ha ammónia kerül a lapra, ahol fenolftalein érte, lila színreakciót kapunk és a szám olvasható lesz.

Eszköz- és anyagigény:

1 db szűrőpapír, Lugol-oldat, desztillált víz és ammónia-oldat kis főzőpoharakban, 3 db ecset. Előkészületekhez ecset és fenolftalein.

## 9. állomás:

Száma: 14.

A feladat által mért kémiai ismeret: fizikai kémiai ismeretek (párolgáshő), csapadékképződés

Feladat leírása: Az állomás két részfeladatból áll. Az első feladat, hogy megállapítsák a tanulók, milyen hőmérséklet-változás kíséri az etilalkohol párolgását. Ennek menete a következő: egy hőmérő köré vattát csavarnak (úgy, hogy a skálát le tudják olvasni), majd a vattát alkohollal megnedvesítik. Az alkoholos vattába csomagolt hőmérőt főzőpohárba állítják (hogy a kéz melege ne befolyásolja), és néhány perc leteltével leolvassák a hőmérséklet-változást. A párolgás endoterm folyamat, jól elvégezve a kísérletet akár kb. 10-12 °C-al is csökken a hőmérséklet.

A feladatlapon a következő számkód található:

- a hőmérséklet csökken 1
- a hőmérséklet nem változik 2
- a hőmérséklet nő 3

Tehát a tanulóknak az 1-es számot kell feljegyezniük.

A második feladatban három, szintelen, ismeretlenként kiadott oldatot kapnak a tanulók. Ezek rendre a következők: ólom-nitrát- ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) oldat, nátrium-klorid- ( $\text{NaCl}$ ) oldat és magnézium-karbonát- ( $\text{MgCO}_3$ ) oldat. Az ólom-nitrát oldat kémcsövére 1-t; a  $\text{NaCl}$ -ra 2-t; míg a  $\text{MgCO}_3$ -oldat kémcsövére 3-mas számot írunk. A diákok feladatlaján az

szerepel, hogy az előző kísérlet eredményéül kapott számnak megfelelő kémcsövet válasszák ki, és adjanak hozzá kálium-jodid oldatot (pár cseppet). Ha helyesen dolgoznak, akkor az ólom-nitrát oldatát választják, és ez KI hatására arany-sárgára változik (csapadék képződik). Minden más rossz eredmény esetében a színtelen oldat KI hozzáadására továbbra is színtelen marad. A megoldás ismét egy színekód:

- színtelen 10
- sárga 20

Tehát a helyes megoldás értelmében a 20-as állomáson kell folytatni a játékot.

#### Eszköz- és anyagigény:

Üveghőmérő (akvárium\*)), vatta, etanol (kis főzőpohárban), 1 üres főzőpohár, 3 db kémcső ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -oldat,  $\text{NaCl}$ -oldat,  $\text{MgCO}_3$ -oldat), KI-oldat (főzőpohárban vagy cseppentős edényben), cseppentő/pipetta  
\*Kisállat-kereskedésekben pár száz forintért beszerezhető kisméretű, akvárium üveghőmérő. Mi azért választottuk ezt a megoldást, mert biztonságosabb (és az esetleges töréskár is kisebb), mint nagyméretű, laboratóriumi hőmérő esetében – ellenben egy kicsivel kevésbé pontos, de ez a kísérletet helyesen elvégezve a szabadulás sikerét nem befolyásolja.

### **10. állomás:**

Száma: 20.

A feladat által mért kémiai ismeret: ismeretlen oldatok komplex azonosítása oldhatóság és színreakció alapján és polimerkémiai ismeretek (hungarocell oldhatósága)

Feladat leírása: A diákok a tálcájukon három kémcsőben ismeretlen oldatokat kapnak: desztillált vizet, acetont és benzint. Ezen kívül egy Petri-csészében (lefedve) vagy más zárható edényben egy kevés kristályos jódot, és hozzá egy kis vegyszerkanalat és csipeszt. A feladat kimondja, hogy mindhárom kémcsőbe kell kevés jódot szórniuk, majd kiválasztaniuk azt, amelyik a kálium-permanganát vizes oldatától eltérő és jól látható színű.

A jód a vízben rosszul oldódik, legfeljebb csak nagyon halvány sárgás színt látnak. A benzinben a jód lila színnel oldódik fel, ami megegyezik a  $\text{KMnO}_4$  oldatával. Az acetonban viszont, mivel oxigéntartalmú szerves oldószer, a jód barna színnel fog feloldódni, tehát az acetont kell választaniuk. Az acetonos kémcsövet maguknál kell tartaniuk. Az állomás második alfeladatában egy darab hungarocellt teszünk egy nagyméretű Petri-csészébe, amibe bele van rejtve egy apró lakatkulcs. A tanulók ráöntik az acetont a hungarocellre, mely feloldódik benne, így hozzáférhetnek a kulcshoz, amit csipesszel kivesznek, törőpapírra helyeznek, és kiviszik a felügyelő tanárnak. Ezzel kijutottak a szabadulószozából.

#### Eszköz- és anyagigény:

3 kémcső (rendre desztillált víz, aceton, benzin), egy kevés jódkristály zárható edényben / Petri-csészében lefedve, 1 vegyszeres kanál, 1 csipesz, egy nagyméretű Petri-csésze benne hungarocellel, egy darab papírtörő

#### Büntető állomások feladatai

**3. állomás:** 4 perc várakozás vagy 5 gáz felsorolása

**4. állomás:** 5 perc várakozás vagy 10 fém felsorolása

**6. állomás:** 4 perc várakozás vagy az oxigénmolekula és klórmolekula hibátlan lerajzolása

**7. állomás:** 5 perc várakozás vagy egy rejtvény megoldása

**10. állomás:** 6 perc várakozás vagy az alábbi kísérlet elvégzése:

„Fehérjét többféleképpen is ki lehet mutatni, többek között az alábbi reakciókkal:

1. reverzibilis (visszaalakulni képes) denaturálás könnyűfémsókkal (például nátrium-kloriddal);
2. irreverzibilis (nem visszaalakuló) denaturálás nehézfémekkel (például réz, ólom, higany, ezüst stb. fémek sóival vagy azok oldatával);
3. irreverzibilis denaturálás hővel;
4. xantoprotein-reakció, melynek során tömény salétromsav hatására sárga színt mutatnak azon fehérjék, melyekben aromás oldalláncú aminosavak találhatóak;

5. biuret-reakció, melynek során lila színreakciót kapunk, ha a fehérjét tartalmazó oldatba pár csepp nátrium-hidroxidot, majd ezt követően réz-szulfát oldatot csepegtetünk.

A tálcádon lévő tojásfehérje-oldatot öntsd kétfelé 1-1 kémcsőbe, és próbáld meg a rendelkezésedre álló anyagok segítségével két különböző módon is kimutatni, hogy valóban tojásfehérje-oldatot kaptál. Az eredményt mutasd be a felügyelő tanárnak!”

A tanulók rendelkezésére áll kristályos konyhasó,  $\text{CuSO}_4$ -oldat és  $\text{NaOH}$ -oldat. Ezek segítségével megvalósítható az első, a második és az ötödik kimutatási reakció. Az első és második esetben kicsapódik a fehérje, az ötödik esetben pedig lila színreakciót látunk.

Eszköz- és anyagigény: 2 üres kémcső, 1 főzőpohárban tojásfehérje oldat, csepegtethető  $\text{NaOH}$ -oldat, egy kis tálkában kristályos konyhasó, kanál, egy kis főzőpohárban  $\text{CuSO}_4$ -oldat (biuret-reagens!)

**13. állomás:** 5 perc várakozás vagy a következő kísérlet elvégzése:

„A tálcádon találsz nátrium-karbonát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) port és 1:1 sósavat ( $\text{HCl}$ ). Öntsd a sósavat a nátrium-karbonát porra és válaszolj a következő kérdésekre:

- Fejlődik-e gáz a reakcióban? Ha igen, milyen gáz?
- Nevezd meg a reakcióban képződő anyagokat!”

Eszköz- és anyagigény:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  por kémcsőben, 1:1 sósav (kis főzőpohárban)

### *Záró gondolatok és köszönetnyilvánítás*

Amellett, hogy a szabadulószoza népszerűség terén is sikerrel vizsgázott a táborban, úgy gondolom, a tanulók nagyon sokat profitálhattak a kísérletek elvégzéséből. Önálló gondolkozásra, a probléma felmérésére és a megoldás előzetes eltervezésére sarkallta őket valamennyi feladvány. A motiváló ereje is többértékes egy ilyen programnak: természetesen élvezetes, hiszen a szabadidős szórakozási lehetőségekből ismert szabadulószoza témáját sikerül az iskola falai közé adaptálni, de ennél sokkal fontosabb, hogy a kémia iránti érdeklődést, a kémia megkedveltetését is szolgálja, kiváltképp, ha ehhez sikerélmény is társul. (Zárójeles megjegyzés, hogy a hat csoport (három-három tanulócsoporthat két turnusban) mindegyike sikeresen kijutott, de az idő jelentős részét eltöltötték, tehát a feladatsor teljesen

optimálisnak bizonyult.). Úgy vélem, a szabadulószoba alkalmazása a kémiaoktatásban egy remek lehetőség, mindazonáltal tisztában kell vele lennünk, hogy jelentős időráfordítással jár, továbbá anyag- és eszközigénye is számottevő. Ezen a ponton szeretném kifejezni köszönetemet a KLG Öveges Labor két laboránsának, Taródy Zsuzsannának és Varga Juliannának, akik az előkészületekben és a lebonyolításban óriási segítséget nyújtottak, továbbá Szabóné Sári Zsuzsanna szaktanárnak, aki szintén részt vett a szabadulószoba végleges formájának kialakításában. Emellett köszönet illeti Szalay Luca tanárnőt, aki a szakmódszertani kurzus keretében megismertette velünk a kémiai szabadulószoba műfajának alapjait és mibenlétét. Bízom benne, hogy egyre többen fogják sikeresen alkalmazni e módszert a kémiaoktatásban és népszerűsítésében, illetve, hogy a Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium „KLG – receptje” hasznos kiegészítője a magyar kémiaoktatás jeles képviselői által teremtett értékeknek.