

## 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, szerves 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

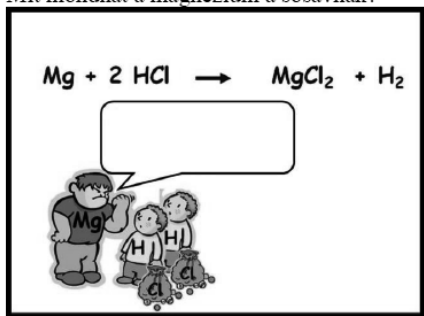
Egyensúlyra vezető kémiai reakció a felső nyíl – a termékek képződésének – irányában exoterm. Hogyan változik meg a termékek képződésének reakciósebessége, ha megnöveljük a hőmérsékletet? A reakciósebesség

- 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

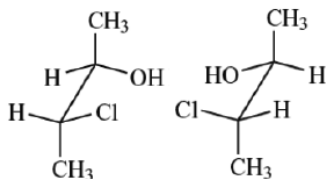
*Szerves kémia*

A piridin levegőn állva nedvességet szív magába.

Milyen vízmegkötőszert 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*

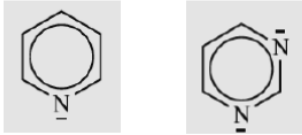
A Mazur-módszer lehetőséget teremt a fogalmi megértéssel kapcsolatos nehézségek, tévképzetek feltárására, valamint a hallgatóknak a társbeszélésben megnyilvánuló érvelésének, gondolkodásának megismerésére is. Néhány példa:

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: Katód folyamat:  <math>2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-</math>            Anód folyamat:  <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 $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$ 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. *Középiskolai 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. *Középiskolai 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.