

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.

Egri Károly

Csempés kísérletekkel kapcsolatos tapasztalatok és ötletek

Bevezetés: a félmikro kísérleti módszerek áttekintése és jelentősége „dióhéjban”

A fizika mellett a kémia az tárgy a hazai alap- és középfokú oktatásban, amelynek tanításában meghatározó szerepet játszik a kísérletezés. Ezért rendkívül fontos módszertanának alapos tanulmányozása, átgondolása – ahogyan erre a kémiaoktatás hazai szaktekintélyei (pl. Tóth [1], Riedel és Wajand [2]) is felhívják a figyelmet. A Tóth és Sarka által is kiemelt félmikro-eljárásoknak [3] különleges jelentősége van az általános- és középiskolai kémiatanításban. E kétségkívül demonstratív és motiváló módszereknek – amelyek lényegét Dobóné, Sarka és Tóth publikációjából [4] is megismerhetjük – ma már sokféle változata létezik. Pl. az Obendrauf [5] által kidolgozott fecskendő; szűrőpapíron, hidrogélekben [6], vagy akár szappanbuborékokban kivitelezett, Albert és mtsai által publikált [7] eljárások. Különlegesen érdekesek a mikroszkóp segítségével nyomon követhető kémiai reakciók, amelyeket pl. Lopes és mtsai írnak le [8]. E sokféle eljárás között –

legalábbis egy átlagos iskolában – kiemelkedő jelentőségűek (lehetnének) a csempén elvégezhető kísérletek.

A félmikro módszerek az általuk kínált, sokszínű módszertani lehetőségek következtében kihagyhatatlanok a természettudományok oktatásából, hiszen a 21. században már rengeteg és érdekesebbnél érdekesebb „trükkhöz” kell folyamodni a legfiatalabb (Z, α stb.) generációk megnyerése érdekében. A kísérletek elvégzése során a diákok – szó szerinti és képletes értelemben egyaránt – közelebb kerülhetnek a természetben lejátszódó folyamatok megismeréséhez, megértéséhez. A kémiai reakciók nem egy elvont tudomány unalmas részeként jelennek meg, hanem – akár a hétköznapi életben is bekövetkező – izgalmas eseményként. A jelenségek, folyamatok más dimenzióban történő megfigyelése, vagy miniatürizált modellezése számtalan esetben hatásos stratégiának bizonyul a természettudományok népszerűsítésében. Példaként említhetők a hidrobiológia területéről Kriska vízi gerinctelenekkel foglalkozó munkái [9]. (Teljesen más kategóriába tartoznak, de hasonló hatáson alapulnak a természetben és a mindennapokban megfigyelhető jelenségeket a gyerekekhez közelebb vivő „Varázslatos iskolabusz”, „Vízipók, csodapók”, illetve az „Egyszer volt, hol nem volt: az élet” c., méltán közkedvelt rajzfilmsorozatok epizódjai.)

Csempés kísérletek: kétségtelen előnyök és néhány kérdőjel

Szerzőnek közel két évtizede volt szerencséje megismerkedni ezzel a módszerrel, Fodor Erikának köszönhetően [10], aki érdekesítő és tanulságos interaktív bemutatót tartott régiónk kémia szakos tanárai számára az ÁVG-ban. A – legtöbbször fehér –, sík felületen elvégzett kísérleteknek – újszerűségük mellett – sok egyéb előnyük is van.

1. Számos – főként gázfejlődéssel és színváltozással járó – kémiai folyamat nagyon demonstratív módon kivitelezhető ezzel a módszerrel.
2. Minimális anyagigényük következtében nem teljesen veszélytelen reakciók is elvégezhetőek ilyen módon tanulói kísérletként (pl. ammónia- és klórgáz képződése, durranógáz fejlesztése és meggyújtása).

3. A felhasználásra kerülő, csekély vegyszermennyiség miatt csak kismértékben terhelik a környezetet a lefolyóba kerülő, megmaradó reagensek, illetve reakciótermékek.
4. A második pontban említett ok miatt egyúttal költségkímélő.
5. Időtakarékos is: egy-egy csempe elmosogatása mindössze néhány másodpercet vesz igénybe. (Ez – egy mai kémia tanár leterheltségét tekintve – szintén nem elhanyagolható szempont.)

A csempés módszerek (szerző információi alapján) fent említett pozitívumaik ellenére sem igazán ismertek a legtöbb iskolában. (Hasonló tapasztalatokat fogalmaz meg Bárány [11] is. Az okok kiderítése – bár bizonyára tanulságos lenne – túllépné ennek az írásnak a kereteit.) A legtöbb kolléga inkább marad a „hagyományos” kémcsőkísérleteknél. (Ha – általában önhibáján kívül – még egyáltalán jut ideje és energiája ezekre is...) A kétszintű érettségi rendszer sem hasznosítja a csempés eljárásokat (pedig újításképpen – legalább az emelt szintű szóbeli vizsgán – szerepeltetni lehetne néhányat az elvégzendő kísérletek listáján). A középszintű kémiaérettségi szóbeli részében – a biológiához hasonlóan – meg kellene adni a lehetőséget egy projekt munka elkészítésére és megvédésére (Z. Orosz, Kiss és Németh [12]). Ennek szintén alternatív elemei lehetnének a félmikro-eljárások segítségével elvégezhető folyamatok, ezeken belül a csempén elvégezhető kémiai reakciók.

Néhány kipróbált és javasolt kísérlet

- a) „Indikátor-paletta”: különböző (módon hidrolizáló) sók, illetve egyéb szilárd halmazállapotú, akár a háztartásban is előforduló anyagok (pl. citrompótló tableta, cukor, szappanforgács) kémhatásának kimutatása, lehetőség szerint többféle indikátorral is.
- b) Különböző (standardpotenciálú) fém és adott savak között lejátszódó vagy be nem következő redoxireakciók bemutatása. (Pl. réztartalmú pénzérme „táncoltatása” tömény salétromsavval, ecetben/sósavban „mocorgó” magnéziumszalag. Ezek a reakciók egyúttal a – „c” pontban említett – gázfejlődési folyamatok: NO₂ illetve H₂ képződésének demonstrálására is jól alkalmazhatók.)
- c) Gázfejlődéssel járó reakciók: pl. hidrogéngáz fejlesztése kalciummal fenoltaleines vízből, majd a keletkező buborékok meggyújtása; klórmész és sósav segítségével klórgáz előállítás; ammónia képződése

ammónium-klorid és nátrium-hidroxid reakciójával; szén-dioxid felszabadítása különböző karbonátok/hidrogén-karbonátok és sósav között lejátszódó reakcióval.

d) Komplexbépződési folyamatok: különösen a dekoratív színváltozások által kísért, ligandumcserével járó átalakulások esetében mondhatók ideálisnak a csempés kísérletek. Pl. a Co^{2+} -ionok esetében a kék kloro- és rózsaszínű akva-, a Ni^{2+} -ionoknál az ibolyaszínű ammin- és a zöld akvakomplexek keletkezése, a Cu^{2+} -ionoknál pedig mindhárom, már említett ligandum beépülése festői látványt produkál.

e) Por alakú anyagok azonosítási reakciói: az itt alkalmazott egyszerű gondolatmenet (a három, meghatározandó szilárd anyag közül „A” csak az egyik, „B” csak a másik folyékony halmazállapotú reagens hozzáadásával mutat változást, „C” pedig egyikkel sem vagy mindkettővel) sokféle szilárd anyag és folyadék esetén is alkalmazható. Pl. trisó, szóda és szódabikarbóna megkülönböztetése sósav és fenoltalein-oldat felhasználásával. Ugyanezen két reagens segítségével pl. a kalcium-klorid, -oxid és -karbonát is egyszerűen azonosítható.

f) Szerves kémiához kapcsolódó kísérletek:

fa) Iódkristályka oldódása különböző színnel oxigéntartalmú és oxigénmentes molekulájú szerves oldószerek 1-1 cseppjében, illetve eltérő oldódási hajlamának bemutatása poláris (pl. víz és KI-oldat) és apoláris oldószerekben (pl. benzin, etil-acetát). (Itt célszerű közvetlenül egymás mellé cseppenteni a kétféle karakterű oldószert.) Az etil-acetát esetében egy meghökkenően érdekes jelenségnek is szemtanúi lehetünk: a vele érintkező Lugol-oldatban apró, sötétbarna gömbök keletkeznek, amelyek „ebihal-szerű”, élénk mozgást végeznek.

fb) Fehling-reakció: ez a „klasszikus” kémcsőkísérlet csempén is elvégezhető. Ekkor kis vegyszeres kanállyal, porított szőlőcukorra 1-2 pasztilla Na/K-hidroxidot helyezünk, majd 2-3 csepp réz-szulfát-oldatot cseppentünk rá. Ezután egy alkoholos hőmérővel lassan, folyamatosan kevergetni kezdjük. Az elfolyósodó massa színe a világoskékiből először ibolyakékre, majd lassacskán epeszínűre, végül vörösesbarnára változik. A hőmérő folyadékszála általában 3-4 °C-os emelkedést mutat. (Ez az eszköz nem csupán a „varázspálca” szerepét játszhatja a kísérletben, a reakciót kísérő hőmérséklet-emelkedés, mint mennyiségi/fizikai változás is szépen szemléltethető vele.) Szőlőcukor

helyett pl. magas cukortartalmú gyümölcsök, (pl. aszúszem = tokaj-hegyaljai specialitás!) belsejével is mutatós lehet a „Fehling-feeling”. A hagyományos kémcsőkísérlettel szembeni előnye az, hogy így elkerülhető az oldat felforrása. (Ez figyelmetlen tanulók esetén könnyen bekövetkezhet. Az „elbambuló” diák gyakran már csak arra lesz figyelmes, hogy – a nem a kívánt gyorsasággal elszíneződő, ezért túlmelegített – oldata a mennyezeten köt ki „freskó” formájában.)

g) Reakciósebességgel kapcsolatos kísérletek:

ga) A reakciósebesség koncentráció- és hőmérsékletfüggése jól bemutatható csempén. Bonbonos doboz kivehető műanyag aljába (a tanár!) tömény kénsavas kálium-dikromát-oldatokat tölt. Ezekhez eltérő töménységű (pl. 10%-os, 40%-os és 98%-os) etanol-oldatok egy-egy cseppjét adják a diákok. Így jól látható színskálát kaphatnak, ami a narancssárgától a „khaki” színén át a méregzöldig terjed. (A kísérlethez akár humoros „kerettörténet” is társulhat, hiszen ez a reakció játszódott le a „klasszikus”, országúti alkoholszondákban). Ugyanolyan koncentrációjú (pl. 10%-os), de két jelentősen eltérő hőmérsékletű alkohololdatot adva két megegyező töménységű kénsavas kálium-dikromát-oldathoz a színváltozás sebessége szintén jól látható különbséget mutat.

gb) A katalizátorhatás csempén is szemléltethető: cinkpor és jódpor kis vegyszerkanálnyi keverékéhez 1-2 csepp vizet adva lila füstfelhő felszállása mutatja a katalizált reakció bekövetkezését. Ha a porkeverékre kisméretű, rövid szárú üvegtölcsért borítunk és ennek nyílásán át végezzük el a víz hozzácseppentését, akkor a jódgőzök kondenzációját is bemutatathatjuk. (A tölcser a balesetvédelem miatt is hasznos lehet!)

Módszertani tapasztalatok

A csempés eljárások sok-sok ötlettel és tanulsággal gazdagíthatják nemcsak a kísérletező kedvű diákokat, hanem a szakmai újtásra/megújulásra törekvő, kreatív és tanulói kreativitását kellően értékelő, „megszállott” pedagógusokat is. Bár elsősorban a kémiához köthető ez a módszer, tág tere nyílik a tantárgyi koncentrációnak is. A kísérleteknek, megfigyeléseknek gyakran fizikai (felületi feszültség, impulzusmegmaradás törvénye, súrlódás, hőváltozások, szublimáció bemutatása stb.) és biológiai vonatkozásai is lehetnek. (Utóbbira

példák: antocianin-tartalmú növényi nedvek, mint indikátorok tesztelése; gerinctelen állatok mészvázának pezsgése sósav hozzáadásával; kalapos nagygombák spóralenyomatának elkészítése.) A csempés eljárások kémiai ismeretanyagának a humán tárgyakkal is meglepően sok kapcsolata fedez(tet)hető fel a gyerekekkel. (Pl. történelemből: robbanóanyagok, ötvözetek különböző fémei; irodalomból: a művekben szereplő boszorkányok, jósnők „szerves kémiai tapasztalatai”. Ének-zene: érdemes a népdalok szövegének kémiai vonatkozásaira utalni. Pl. „Új a csizmám...” → a korrózió jelensége; „A becsali csárdában...” → az etanol ecetsavvá alakulása és égése stb.)

Az új ismeretanyag elsajátítása, a gyakorlás és a számonkérés mellett a tehetséggondozásnál is változatos formában alkalmazható ez az eljárás. (A szerző iskolájában pl. az AJTP előkészítő évfolyamán [13] a bennmaradós hétvégék, nyílt napokon a bemutató órák, illetve a Kutatók Éjszakájának rendszeres programelemei ezek a kísérletek.) A csempés kísérletek egyénileg is kivitelezhetők, emellett nagyon jól alkalmazhatók a – Balázs [14] által említett – kooperatív kiscsoportok tevékenysége során. A tanulói munka értékelése sokféle céllal és formában valósítható meg. Nemcsak – a szummatív értékelés egy megszokott formájaként – külön feladatlapon, vagy későbbi témazárók részeként kérhető számon az elsajátított ismeretanyag. (Ezeknek – szerző tapasztalatai alapján – kedvelt feladatai a keresztretjvények, totó-típusú tesztfeladatok, illetve a „puska-élesítés”. Utóbbiban több adott, szándékosan hibásan és/vagy hiányosan leírt fogalmat/jelenséget kell kijavítani/megfelelően kiegészíteni.) A tanulók empirikus gondolkodásmódjának diagnosztikus értékelésére is felhasználható a módszer, ha egy egyszerűbb, csempén is kivitelezhető kísérlet adott recept szerinti elvégzését, a tapasztalatok megfogalmazását, a látottak magyarázatát és az esetleges következtetések levonását kérjük tőlük. Az adott órán/foglalkozáson kitöltendő munkalapok segítségével, formatív módon is tájékozódhatunk tudásukról. Otthoni feladatként szintén feldolgozathatók a kísérletek, esetleges gondolkodtató kérdésekkel kiegészítve. Ilyenkor célszerű egy beadandó munkát készíttetni a diákokkal. A legjobbak akár önálló kutatási (rész)feladatot kaphatnak, ahol csak a megválaszolandó kérdéseket és a felhasználható anyagokat és eszközöket adjuk meg. „Előadóművészi” tehességgel megáldott

diákoktól – rendhagyó plusz feladatként – versben/rap-szövegben/dalban megfogalmazott válaszokat is kérhetünk.

A differenciálásra is sok lehetőség adódik például az előző részben említett azonosítási reakciók során. Ugyanazt az elvet felhasználva, de kibővített formában (4 meghatározandó szilárd vegyület + 3 különböző oldat) kell alkalmazni. Nagyon rutinos kísérletezők esetén a reagenseket sem kell megnevezni: a bekövetkező/elmaradó reakciók eredményei alapján nekik kell azokat kitalálni. Ez az izgalmas „nyomozás”, mint szellemi élmény, nagyon motiváló lehet – nemcsak a legjobbak esetében... A kísérletek ezen típusa más szempontból is érdekes: szerző tapasztalatai szerint a különböző anyagok beazonosítása gyakran még a jobbaknak is nehézséget okoz. Nem az elméleti háttér hiánya, hanem a tanult ismeretek alkalmazása jelenti a gondot. A csempés kísérletek a természettudományos kompetencia fejlesztésére is kiválóan alkalmasak. A tanulók ugyanis jobban átláthatják az adott problémát, így azok megoldására hatékonyabb stratégiákat képesek kidolgozni.

A csempés módszer hatékonyan egészíthető ki egyéb újszerű, játékos, vagy akár hagyományos szemléltető eszközökkel. Pl. az említett indikátor-palettát, a komplexek ligandumcserék okozta színváltozását, illetve a reakciósebességgel kapcsolatos kísérleteket a diákok munkájával párhuzamosan maga a tanár is elvégezheti írásvetítőn, rekeszekre osztott, átlátszó műanyag tartókban. (Ezek kiürült bonbonos díszdobozokból, illetve élelmiszerláncok csokifigurás dobozaiból könnyen beszerezhetők.) A vöröskáposzta-színskálából akár egy oktáv hangterjedelmű, pánsíp-szerű „hangszer” is készíthető, amely megszólaltatva egy hangskálával is érzékelteti a pH-skálát (Egri [15]).

A kamerás mobil eszközök remekül felhasználhatók a kísérletek eredményeinek rögzítésére, feldolgozására, illetve az adatkeresésre. Az okostelefonok nagyon sokrétűen alkalmazhatók, a különböző, kémiai jellegű applikációknak köszönhetően (Főző [16]). Szerző tapasztalatai alapján már az is motiváló, hogy az – iskolai házirendek által tiltott, ennek ellenére rohamosan elterjedő – „kütyük” legálisan használhatók a tanórán. A kísérletek feldolgozását szívesebben és színvonalasabban készítik el a gyerekek digitálisan, mint a hagyományos, papíralapú jegyzőkönyvek formájában. Az viszont sajnos, mind a ppt-ként, mind a

prezi.com-ban elkészített munkákra jellemző, hogy nem szívesen bajlódnak a jelenségek magyarázatával. Azok mélyebb értelmezéséig csak kevesek jutnak el. A reakcióegyenletek és a következtetések például gyakran hiányosak, vagy hiányoznak az – egyébként sokszor nagyon szellemes és dekoratív – prezentációikból.

Összegző gondolatok

Többen lehetnek olyanok – a laikusok és a kollégák között egyaránt – akik szerint nem a kísérletezésen áll vagy bukik a kémiantanítás hatékonysága. A személyi és tárgyi feltételek esetleges hiányosságai (laboránsok, vegyszerek, vagy a szaktanterem hiánya) valóban komoly gondokat okozhatnak (Szalay [17]). Sajnos, az is igaz, hogy a közoktatás ezredforduló utáni átalakításának a kémia lett az egyik legnagyobb vesztese. A tárgy óraszámát drasztikusan lecsökkentették, a tananyagot viszont nem redukálták ennek megfelelően. A diákok jelentős részének nem kellő a motivációja a természettudományok iránt, és ez szintén nehezítő körülmény. A kémiaérettségítő közép szinten sokukat riasztja el az írásbeli időtartamának lehetetlenül rövid ideje, emelt szinten pedig a feladatok nehézsége. A tanárok kötelező óraszámának emelése és adminisztrációs terheinek növekedése sem könnyíti a helyzetet.

A kísérletezésről mindezek ellenére mégsem mondhatunk le, mert ez a természettudományos szemléletmód feladását jelentené. (A közismert latin mondást aktualizálva: „experimentorum necesse est...”) Pótolhatatlan motivációs lehetőség és a – manapság oly gyakran emlegetett – kompetenciaalapú tanulás kihagyhatatlan tényezője. A kísérletnek ugyanis – a körülményektől függően – mindig többféle kimenetele lehetséges. (Egy – a peches kollégák által gyakran emlegetett – mondás szerint még a sikertelen kísérlet is kísérlet, hiszen a várt események elmaradása is tanulságos lehet...) Remélhetőleg rövidesen eljön az az idő, amikor a – már évtizedek óta meglévő – reális munkaerőpiaci igények a természettudományok effektív, kísérletezésen alapuló, középiskolai oktatására is jótékony hatást gyakorolnak majd. A tanári és tanulói kreativitás mellett a kooperativitást és a hatékony kommunikációt jótékonyan fejlesztő, csempés kísérleti módszerek – melyek varázsa gyakran meghökkenítő egyszerűségükben, a problémák megközelítésének újszerűségében is rejlik – ebben mindenképpen segíteni fognak.

Irodalomjegyzék

[1] Tóth Z. (2015): Korszerű kémia tantárgy-pedagógia. Híd a pedagógiai kutatás és a kémiatanítás között. (Szaktárnet-könyvek 5.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen.

tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tanargypedagogia.pdf

[2] Riedel M., Rózsahegyi M., Wajand J., Tóth Z. (2015): Kémiai kísérletek és egyéb szemléltetési módok. In: Szalay L. (szerk.) (2015): A kémiatanítás módszertana. ELTE, Budapest. 69–120.

http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf

[3]Tóth Z., Sarka L. (2015): Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben. In: Bohdaneczky L-né, Sarka L. és Tóth Z. (2015): Kémiatanárok szakmódszertani továbbképzése. (Szaktárnet-könyvek 13.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. 95–124.

http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/kemiatanarok_szakm_tovabbk.pdf

[4] Dobóné Tarai É., Sarka L., Tóth Z. (2016): Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben. Magyar Kémikusok Lapja (71) 353-357.

[5] Obendrauf, V. (2008): More small scale hands on experiments for easier teaching and learning. Chemical Education International, 8 (1),

<http://old.iupac.org/publications/cei/vol8/0801xObendrauf.pdf>

[6] Nuffield Foundation, Royal Society of Chemistry (2015): Experiments with hydrogels – hair gels and disposable nappies.

<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000689/experiments-with-hydrogels-hair-gel-and-disposable-nappies>.

Röviden: <http://rsc.li/1T37oEK>

[7] Albert W. M., Lee, A., Wong, H. W., Lee, H. Y., Ning-Huai Z. (2002): Chemistry in Soap Bubbles. Journal of Science Education, 3 (1) 37–38.

[8] Lopes, F. S., Baccaro A. L., M. Santos S. F., Gutz I. G. R. (2016): Oxygen bleach under the microscope: microchemical investigation and gas-volumetric analysis of a powdered household product. Journal of Chemical Education, 93 (1), 158–161.

[9] Kriska Gy. (2004): Vízi gerinctelenek. (Kossuth Könyvkiadó, Budapest) 112 p.

<https://moly.hu/konyvek/kriska-gyorgy-vizi-gerinctelenek>

[10] H. Fodor E. (2002): Receptfüzet a „Legyél Te is Felfedező” kémiai tanulókísérleti DOBOZ-hoz

[11] Bárány Zs. B.: Csempe- és félmikro kísérletek a gyakorlatban revai.ro/letolt.php?id=247&id2...Csempe...felmikro_kiserletek_a_gyakorlatban...

[12] Z. Orosz G., Kiss T., Németh V. (2016): Projektmódszer a kémiaoktatásban. Magyar Kémikusok Lapja (71). 342-346.

[13] Egri K. (2012): Természettudományos tehetséggondozás az Arany János Tehetséggondozó Programban. Közreműködés a köznevelés megújításában. XIV. Országos Közoktatási Szakértői Konferencia, Hajdúszoboszló. (előadások, korreferátumok, fotók) 323-330.

[14] Balázs K. (2016): Nem mind arany, ami fénylik – A Fémek témakör tanítása kooperatív és egyéb technológiák alkalmazásával. Magyar Kémikusok Lapja (71). 347-352.

[15] Egri K. (2017): „Színes és robban”

www.ujnemzedek.hu/sites/default/files/atoms/.../dr_egri_karoly_szin_es_es_robban_1.pdf

[16] Főző A. L. (2016): Mobileszközök a kémiaoktatásban. Magyar Kémikusok Lapja (71). 358-360.

[17] Szalay L. (2016): A kutatásalapú tanulás esete a magyar valósággal. Magyar Kémikusok Lapja (71). 338-341