



Keglevich Kristóf

■ Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium | keglevich@fazekas.hu

# Miért a kémia a leginkább utálatos tantárgy?

**M**ióta iskolánkban, a Fazekasban a 2006/2007-es tanévben bevezették az elektronikus naplót, néhány kattintással hozzá lehet jutni a legkülönbözőbb adatsorokhoz, statisztikákhoz. Átnézve a különféle tantárgyak 2007 és 2018 közötti év végi osztályzatainak iskolaszintű átlagát azt tapasztaljuk, hogy a mindenki számára kötelező tárgyak közül minden évben a kémiáé volt a legrosszabb. Ezzel – azt hiszem – nem írtam meglepőt, és attól félek, a helyzet más iskolákban is ilyesféle. És ami még szomorúbb, hasonló a tudományterület megítélése is: a legutáltabb tantárgy. Ez önmagában is baj lenne, de még csak azt sem mondhatjuk, hogy a kémiával szembeni ellenszenv azért alakul ki, mert nagy óraszámban sok anyagot tanítunk, és hogy az undor a magas színvonalú kémiainstruktív szomorú, járulékos következménye. Tudniillik abból kiindulva, hogy milyen



**Nátrium és víz reakciója benzinnel megbolondítva** (Herke Miklós Loránd fotója)

mérvű kemofóbia jellemzi a társadalmat, mi, kémiafanatok, amellet, hogy diákjaink többségével megutáltatjuk a kémiát, a tudományos gondolkodás alapjait sem tudjuk átadni nekik. Ezért van félelem az emberekben szervezetük elsavasodásától, egyesek ezért nem fogyasztanak buborékos ásványvizet, ezért virágzik az oxigénben dú-

sított és a  $\pi$ -víz piaca, ezért lehetnek népszerűek az elektromos és mágneses elven működő méregtelenítő berendezések és a homeopátiás készítmények. Csak a homeopátiára reflektálva: hívei – a felnőtt, felelős emberek jelentős része – nem érti azt a természettudományos alapigazságot, miszerint a dózis és a hatás többnyire egyenesen (és nem fordítottan) arányos. Mi ez, ha nem a természettudományos oktatás teljes csődje?

A kérdéscsoportnak szomorú aktualitást ad, hogy a kémia eltűnőben van a magyar közoktatásból. A tanártársadalom elöregszik, maholnap nem lesz, aki tanítsa; amúgy is népszerűtlen; a jogászok és bölcsészek uralta parlamentben rendszeresen föltűnik a *science* bevezetésének gondolata. A szakképzésben ez a változás már megvalósult. A szakgimnáziumokban, azaz a régi szakközépiskolákban a 2016/2017-es tanévtől kilencedikben az ún. komplex természettudományos tárgyat tanítják nettó heti három órában, a tizedik-tizenkettedik évfolyamon mindössze egy, az adott szakmacsoporthoz leginkább passzoló természettudományos tárgy oktatása kötelező. Például egy vegyipari szakközépiskolában a kémia mellett már nem kell biológiát és fizikát tanulni. Szükségtelen kiemelni, hogy a legtöbb iskolában föltelelezhetően nem a kémia a kiválasztott tantárgy...

E folyóirat olvasói számára nem kell bizonygatnom, milyen abszurd és kontraproduktív ötlet a kémia háttérbe szorítása. Olyan, mintha a vegyész(mérnök)- és kémiafanat-képzésből kivezetnők a fizikai kémia oktatását, mivel az a legnehezebb, leggyűlöltebb egyetemi kurzus. Ugyanakkor nem kerülhető meg ez ügyben a tanárok felelőssége: miért hagytuk, hogy ez így legyen? Kinek-kinek magának kell föltennie a kérdést: mennyiben felelős „kasztunk”, mennyiben vagyok személyesen én

a kémia megvetetté válásáért? Jelen cikkben hat pontba szedve a kémia népszerűtlenségének lehetséges okairól írok, helyenként provokatív módon. Objektív, a társadalom egészét érintő és a tantárgy jellegéből, iskolai keretek közé illeszkedéséből fakadó nehézségeket egyaránt számba veszek. Utóbbiakkal nem tanár kollégáimat akarom sértegetni, a kritikát mindenekeelőtt önkritikaként értem. Az alább leírtak kisebb mértékben a fizikára is vonatkoztathatók, amely a kémiához hasonló komplikációkkal küzd: lassanként kivénhedő pedagógusok, elutasított tantárgy, életidegennek bélyegzett tananyag, rossz iskolai eredmények.

## A tudomány robbanásszerű fejlődése miatti elvárások

A 20. században a természettudományok fejlődése hihetetlen mértékben fölgyorsult. Talán úgy tűnt, a társadalmi problémákra – energiatermelés, éhezés visszaszorítása, gyógyíthatatlannak hitt betegségek orvoslása – a tudomány megoldást nyújt majd. Ezt a várakozást ábrázolja Aldous Huxley 1932-ben megjelent *Szép új világ* (*Brave New World*) c. utópiája. Ma már látjuk, hogy a tudomány nem hozta el a megváltást, legalábbis nem az akkoriban prognosztizált formában. [1] Csakhogy az igény ma is létezik. 2009-ben több mint 300 halálos áldozatot követelt a l'aquilai (Közép-Itália) földrengés. 2012-ben a bíróság hat év letöltendő börtönbüntetésre ítélte azokat az olasz geológusokat és szeizmológusokat, akik a katasztrófát megelőző időszak kisebb rázkódásait elemezve nem adtak ki egyértelmű riasztást a várható pusztító erjű földrengés miatt, csak valószínűségről, kockázati tényezőkről beszéltek. 2014-ben (részben a nemzetközi tiltakozás miatt) az ítéleteket egy kivétellel hatályon kívül helyezték. [2] Az eset jól indikálja, mit vá-



runk naívan a tudománytól: egyértelmű elő-rejelzést, megnyugtató választ, megoldást. Ha a természettudomány képtelen erre, annyit is ér. Ha a kémiával szembeni elvárásaink ellenkeznek a valósággal, annál rosszabb a kémiának – parafrázeálhatjuk Johann Fichte ismert mondását.

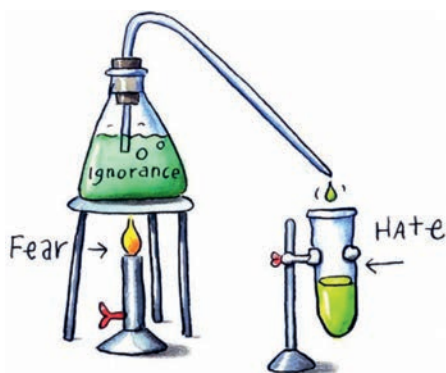
### Nem értünk a modern természettudományokhoz

A tudomány és a technika fejlődésének következményeként meghatározódott az ismeretanyag, mindennapi használati tárgyaink működési elve is egyre bonyolultabb. A mobiltelefon, mikrohullámú sütő, pendrive stb. hétköznapi eszközök, mégsem tudjuk, hogyan működnek, meg sem tudjuk javítani őket. Száz évvel ezelőtt mindenki által ismert működésű és javítható használati tárgyakkal lehetett találkozni. [1] Ez a tudásunk horizontja és a valóság közt tátongó szakadék frusztráló: a diákok is feszélyezheti, hogy bármennyit tanul is, igazában akkor sem fogja érteni a kezében tartott számológép műszaki fölépítését. Így hát hozzá sem érdemes látni az elektromágnesség megtanulásának.

A modernizálódó oktatási rendszer egyik hamis bálványja a technikai eszközökre és digitális információáramlásra épülő tanítás. E sorok írója szerint a lexikális tudás leértékelése („az csupán egy-két klikkelés kérdése”), az internetről kéretlenül a diákokra zúduló rengeteg hiteles és hiteltelen információ a gyerekek többségének fejében tartalmatlan ürességet, felületességet, aránytévességet eredményez, és elfojtja az absztrakciót igénylő természettudományos gondolkodást. Az iskola emiatt sincs a helyzet magasán.

Továbbá a meghatározóan humán műveltségismény sem a kémiának kedvez. Azt, hogy „kémiából épphogy csak átcsúsztam egy kettessel”, bizonyos büszkeséggel mesélhetjük, mint az idővel megszépült

### Félelem + nemtudás → utálat



sorkatonai szolgálat jelentette viszontagságokat. Ha ellenben azzal próbálnánk henecegni, életünkben kizárólag egyetlen József Attila-verset olvastunk, azt is csak félig, az emberek nem hamiskásan kacsin-tanak majd ránk, hanem rosszállóan méregetnek.

Az említett okok folyamánya az, hogy a természettudományokat és a kémiát a diákok még annyira sem tanulják, mint a többi tantárgyat. A kémiával kapcsolatos tudás és a kemofóbia, a kémiától való irracionális félelem viszont fordítottan arányos egymással.

### Rossz tapasztalatok, előítéletek és a vis vitalis-elmélet

Tagadhatatlan, hogy a kémia rossz pedig-rejéhez számos múltbeli vegyi baleset is hozzájárul. A DDT 1943-as, a szövetségesek által ostromolt Nápolyban történt bevetése után komoly reményeket fűztek ehhez a rovarirtó szerhez. Később, az 1960-as években – miután kiderült, hogy bioakkumulatív és a magasabb rendű élőlényekre nézve is veszélyes – kivonták a forgalomból, és meglehetősen rossz fénybe került. A Contergan, a freonok, Csernobil, a vegyipari katasztrófák mind-mind sokat rontottak a kémia hírnevén. Az alternatív tudományok meggyőző erejét is számításba kell vennünk. Miféle tudomány a kémia, ha ilyen mérgezésekhez, vörösiszap-árhoz, környezetszennyezéshez vezet? Az idegenkedés a diákok egy részén is érezhető. A vegyi anyag rossz, ártalmas, halált hozó.

Saját kémiaóráim gyakran hangsúlyozott alaptézise – remélem, ha mást nem is, tanítványaim legalább ezt megjegyzik és fontolóra veszik – hogy minden anyag vegyi, hiszen minden anyag a kémia tárgykörébe tartozik (legalábbis a korpuszkuláris anyagok). A „vegyi anyag” kifejezés épp olyan parttalan, mint a „matematikai szám”. Mit jelentene az, hogy „nem matematikai szám”? Persze a „vegyi” szó a „mesterséges” helyett áll, félrevezetően azt sugallva, hogy a természetes anyag jó, a mesterséges rossz, és valamiféle lényegi különbség van közöttük. Friedrich

Wöhler az 1820-as években az életerő-elmélet megdöntésével hiába világított rá, hogy az élő és élettelen anyag között nincsen elvi különbség. A „vegyi – nem vegyi” sztereotípiában ez a vélekedés él tovább, a Wöhler felfedezése óta el-múlt 200 évben nem sikerült le-

számolni ezzel az előítélettel. Ez a mi – kémiatanárok, vegyészek – sarunk. A társadalmat átható, a vegyi anyagokat érintő negatív elfogultság a kémiatanár számára nehezítő körülmény, egyszersmind küldetés.

### A média szerepe a (kémia)tanárok bemutatásában

„A Lala bá, a kémia tanár (*sic!*) meg bepíált. Állítólag csak meg akart győződni a kiritésszagot dezodoráló hatásáról. A bibi ott volt, hogy nem a hóna alá kente, hanem direkt a gigájába csorgatta. Mivel nagyon alapos ember, többször megismételte a kísérletet. A szénatomok molekuláris kapcsolódásának szemléltetése közben, a »Hajmási Péter, Hajmási Pált« dudorászta, és közben gyakran csuklott...” [4] Széles körben elterjedtek a szünetben szertára mélyén laposüvegéből erőt merítő, iszákos kémiatanárokról – apropó: a kémiatanár szó szigorúan egybe írandó! – szóló történetek. Szintúgy kollektív élmény a kétbalkezes, kísérleteivel folytonosan felsülő tanár alakja, lásd a *Diák Murphy* c. műben megjelent karikatúrát. [5] Már Móra Ferenc is kémiaórát választott, amikor az iskolai tanóra zsibbasztó unalmasságát akarta érzékeltetni híres regénye legelső lapján: „Háromnegyed egykor, épp abban a pillanatban, mikor a természetrajzi terem katedraasztalán hosszú és sikertelen kísérletek után végre-valahára, nagy nehezen ... a Bunsen-lámpa színtelen lángjában fellobbant egy gyönyörű, smaragdzöld csík, annak jeléül, hogy az a vegyület, melyről a tanár úr be akarta bizonyítani, hogy zöldre festi a lángot, a lángot csakugyan zöldre festette, mondom: pont háromnegyed egykor, épp abban a diadalmas minutumban megpendült a szomszéd ház udvarán egy zongora-verkli, s ezzel minden komolyságnak egyszeribe vége szakadt.” [6] Az idézet különösen groteszk, mivel a réz (pontosabban a  $\text{CuCl}^+$  molekulaion) lángfesté-

### Hirdetés a Time egy 1947. évi számából [3]





**KÉMIA-, BIOLÓGIA- ÉS FIZIKATANÁROK KÍSÉRLETEIRE VONATKOZÓ CIKKELY**

Ha sikerült a kísérlet, akkor a tanár...

- a) ... valami hibát követhetett el a kísérlet közben;
- b) ... napokig gyakorolt az óra előtt;
- c) ... csak szerinte sikerült a kísérlet, az osztály szerint nem.



A Diák Murphy egyik törvényszerűsége [5]

sét nem túlzottan bonyolult feladat bemutatni, elég hozzá egy sósavba mártott rézdrót és egy borszeszegő.

Nyilvánvaló, hogy a kommunikációs szakemberek képzésében a reáliák tanítása kevésbé hangsúlyos. A hírek ugyanakkor szenzációhajász módon a negatív eseményeket erősítik föl. Az újságírók hozzá nem értése, iskolából őrzött esetleges rossz emlékeik (és az ezek miatti talán tudattalan bosszújuk) nem tesz jót a kémia médiabeli megjelenésének. Jellemző az is, hogy ha egy kémiatanár népszerű a televízióban,

akkor drogot főz (*Breaking Bad*, a 2010 táján forgatott amerikai sorozat magyar címe *Totál szívás*).

Fölmerül a kérdés: kipécézi-e a média a kémiatanárokat, jobban rájuk jár-e a rúd, mint a többi pedagógusra? Látszólag nincs okunk fölteni, hogy a kémia szakosok között több a tanárterrorista, mint a más tárgy tanító tanárok körében. Milyen jó lenne azt mondani, hogy ez csak a média és a közhangulat sztereotip torzítása! Sajnos azonban – e két tényező cáfolhatatlan hatását nem vitatva – ennél többről van szó.

Kémiaóra és a zongora-verkli – illusztráció A Pál utcai fiúk első kiadásából [6]



A modern pedagógiai kutatások szerint a kémiatanárok a diákjaiknak leggyakrabban sérelmet okozó tanárok közé tartoznak.

**Rossz kémiatanárok avagy a nátrium- és az argonatom**

Átvezető esettanulmányként nézzük meg, miért maradt sok, 2018-ban kémiából érettségizett diák szájában keserű íz a kémia kapcsán! Egy kérdés a májusi emelt szintű írásbeli érettségiből: melyik a harmadik periódus legnagyobb méretű atomja? [7] Tudnunk kell, hogy az érettségin kompetenciaként kéri számon, tudja-e használni a diák a legális puskát, a függvénytáblát. Mármost a „fehér” függvénytáblában számszerűen két helyütt is szerepelnek az atomsugarak [8], eszerint a harmadik periódus atomjainak rádiusza a nátriumtól a klórig szigorúan monoton csökken, az argon sugara (192 pm) viszont nagyobb, mint a nátriumé (189 pm). Ez kétségkívül ellentmond a józan észnek. Az ellentmondás abból fakad, hogy a függvénytábla következetlen: a különböző módon definiált kovalens, a fém és a nemességzőknél értelmezhető van der Waals-sugarat egyaránt atomsugárnak nevezi. Az érettségi megoldókulcsa szerint – a valóságnak megfelelően – a nátrium a helyes válasz. Sok diák a függvénytáblára hivatkozva az argont jelölte meg. Válaszukat nem fogadták el. Erre ők fellebbezést nyújtottak be. Az érettségi bizottság ezt mereven elutasította. De miért? Azért büntették a diákot, amiért az elvárásoknak megfelelően használta a függvénytáblát, és hitt az abban olvasható adatnak? Lehet, hogy a feladatsorban nem vagy nem így kellett volna feltenni ezt a kérdést? Netán kevésbé ragaszkodva saját igazságunkhoz nagylelkűbbnek kellene lennünk a válaszok mérlegelésekor, amikor a diák felvételijéről van szó? (Mellesleg úgy hírlik, mind a függvénytáblát, mind az érettségi feladatsort lektorálták.) Csodálkozunk, ha a diák nem jó szívvel emlékszik vissza iskolai kémiai tanulmányaira? Véleményem szerint hasonló élményt okoz a tanulóknak sok kellően végig nem gondolt kémiaaverseny. Manapság divat, hogy a versenyfeladatok gondolkodtatóak legyenek, kreativitást igényeljenek, véletlenül se tükrözzenek favágó jelleget. Amikor azonban egy Irinyi- vagy OKTV-feladat távolról sem kapcsolódik a tananyaghoz, és olyan nehéz, hogy magam sem vagyok képes megoldani, sőt, hozzáfogni se tudok, azt gondolom: tökéletes útja ez annak, hogy még az aránylag motivált, versenyen is el-



A réz lángfestése

indulni kész diák lelkesedését letörjük, lép-ten-nyomon sikertelenséget okozva neki. A gyermekek kárára megnyilvánuló, szakmainak leplezett nagy egó mellett a tanár számtalan módon juttathatja negatív élményhez diákját. Ezen, akár hosszú időn át lappangani képes, a tanár és az osztálytársak által kiváltott tudatos (pl. verbális agresszió) és nem tudatos (pl. teljesítmény igazságtalan értékelése) hatások együttesét nevezzük fekete pedagógiának. A közelmúltban végzett, mintegy 1000 felnőttre kiterjedő kutatás szerint a diákkori sérelmeket okozó oktató leggyakrabban osztályfőnök, azután matematika, kémia, fizika és testnevelés szakos tanár. Összefüggés az azzal is, hogy a természettudományos és testnevelő tanárok többségben vannak a férfi tanárok között, márpedig a vizsgálat alapján a férfi tanárok több sérelmet okoznak, mint a nők. [9]

Konklúzióink szerint az iskolai negatív impressziók háttérben – sajnos – gyakrabban állnak kémiatanárok, mint egyéb szakosak. Súlyosbítja a helyzetet a kémia sajátos jellege: mintha egyesítené magában a reál- és a humán tudományok minden nehézségét, óriási tananyagot kell(ene) megtanítani rövid idő alatt.

### A tantárgy arculatából fakadó nehézségek

Az angolt a gyerekek örömezt tanulják, mert érzik, hogy fontos. A matematikával kapcsolatban nem mindenki érez így, de a

matek legalább érettségi tárgy. A testnevelés, ami a tantárgyak hierarchiájában viszonylag alul helyezkedik el, nagy óraszámában – heti öt óra! – tanított tárgy. Ennyi idő alatt könnyű valamilyen hatást elérni. Kémiából nem kell érettségit tenni, órászáma alig múlja fölül az énekét vagy a rajzét, de azokkal ellentétben nem készségi tárgy. Szigorúan szoktuk osztályozni.

Miért tekintik a kémiát a legnehezebb tárgynak? Szerencsétlen, illetve vonzó módon – ez nézőponttól függ – egyesíti magában a reál tudományok mérnöki, számítási szemléletét és a humán tudományok adathalmaz jellegét. A tananyag fontos részét képezik a kémiai számítások (lehet, hogy ezekről kellene lemondanunk, hogy erőnket inkább a leíró kémia tanítására összpontosíthassuk?), a természettudományos logika, ám a lexika is súlyponti (a kén sárga, szilárd, szagtalan, vízben nem oldódik, de toluolban igen). Általános iskolában a kémia tanulásához szükséges a leginkább az absztrakció. A hetedikeseknek meg kell barátkoznia a részecskeszemlélettel – emlékezzünk: ez a jeles filozófus, Arisztotelész értelmén is túlmutatott, azért vetette el Démokritosz atomelméletét és tért vissza az őselemek tanárhoz, tehát nem evidens dologról van szó –, továbbá a képletekkel, a reakcióegyenlettel, egyenes és fordított arányosságokkal.

A tantárgyak megszokott egymásra épülése is a múlté. Hetedikben az oldatok témaköre az első félévben kerül elő a tömegszázalékos számításokkal együtt, de az egyenletek megoldásához elengedhetetlen mérlegelvet a diákok matematikából csak a második félévben tanulják. A hetedikes a sűrűség fogalmával sincs tisztában. Hajdan a fizika hatodikban kezdődött, mire a diák a kémiához ért, már hallott összetett mértékegységekről, olyasfélékről, mint a  $\text{g/cm}^3$  vagy a  $\text{m/s}$ . Manapság ahelyett, hogy erre építhetnék, kémiatanárként az én dicsőséges feladatommá vált, hogy a gyermekeknek megtanítsam a  $\rho$  betű helyes kanyarítását.

További problémát gerjeszt, hogy a ma praktizáló kémiatanárok többsége hetedik-től tizedikig, ahol a kémia kötelező tárgy – 7. Az új Nemzeti Alaptanterv 2018. augusztus 31-én közzétett tervezetében már csak 6 óra szerepel. Be kell látnunk, hogy nem taníthatunk ugyanannyit, mint régen. Kiváltképpen bajos a helyzet hetedikben, ahol a kémia órászáma a legtöbb iskolában

heti 1. E sorok írója fájó szívvel rostálta ki a hetedikes tananyagból a halmazállapotváltozások, a környezeti kémia – a földkéreg anyagai, vizek stb. és az energiaforrások – tematikáját. Példáimat azért a hetedik évfolyamról hoztam, hogy rámutassak: a kémia már a startvonalnál számos nehézséget rejteget a 12–13 évesek számára. Objektíven belátható, hogy a legnehezebb tárgy. Ha a diák gyengén kezd, ezt nyolcadikban borítékolhatóan erős visszaesés fogja követni. [10]



Szárazjég mosószeres vízben  
(Herke Miklós Loránd fotója)

A tananyag nemcsak nagy és nehéz, hanem részben korszerűtlen is. Például az alumínium-, vas- és acélgégyártás aprólékos részletei a Kádár-korszak máig továbbélő kövületei; Magyarország akkor kívánt a vas és acél országa lenni. Nehéziparunk ma önmaga árnyéka. Fehérbádog, neoncső, jódtinktúra, vinil-klorid-gégyártás acetilénből stb. – diákjainknak az a benyomása lehet, hogy kémiatörténetet tanulnak, csak Irinyi János 1849. évi nagyváradi lőporgyártásának folyamatábrái hiányoznak. A magyar vegyiparban ez idő szerint legalább ilyen fontos a petrolkémia, a műanyag-, a műtrágya- vagy a gyógyszergegyártás. Igaz, ez utóbbit középiskolás szinten nem nagyon lehet tanítani. Történetek próbálkozások a tananyag modernizálására (ennek esett áldozatul a szervesetlen kémia). A kimenet, az emelt szintű érettségi követelményei azonban az elmúlt évtizedben lényegileg változatlanok maradtak, márpedig elsősorban és döntően ez határozza meg az oktatás tartalmát.

Természetesen a tanároknak tantárgytól független gondokkal is meg kell küzdeniük. Az internettel, kiváltképp annak képi világával jóformán lehetetlen versenyre kelniük – egyébiránt ez igencsak hátráltatja az absztrakt gondolkodás kialakulását –, kihívás átlépni a Z generációs (1995 és 2009 között született) fiatalok megnövekedett ingerküszöbét.

## Látszik-e fény az alagút végén?

Damoklész kardjaként függ fejük fölött az újabb tanügyi reform. Ebbe nekünk, pedagógusoknak semmiféle beleszólásunk nincs, az állam még az egyetemeket és a Magyar Tudományos Akadémiát sem tekint partnernek, nemhogy bennünket, mezzei tanárokat. A kémiatanítás bizonyos szinten főt fog maradni, mert az orvosi egyetem mindenképp, talán a vegyész- és vegyészmérnökképzés is megköveteli a kémia érettségét, pontosabban szólva a középiskolából hozott kémiatudást.

Ha őszinte akarok lenni, kevés fény van az alagút végén. A kémiatanárok számára

Így is lehet, ha nincs elszívófülke: alumínium és jód reakciója



egzisztenciális kérdés is, megmarad-e az általunk tanított tárgy, esetleg átképző tanfolyamot kell majd elvégeznünk, hogy botcsinálta *science*-tanárok lehessünk. Ha angoltanárnak megyek, nem kellene félnem, hogy állás nélkül maradok.

Kémiatanárként azonban csak közhelesen, de szívből jövően azt tudom mondani: igyekezzünk helyt állni a saját vár-tánkon! Más a teendő az elitgimnáziumokban és más a végeken. A hetedikesek zöme még vevő a kísérletekre. Tucatnyi olyan egyszerű és szemléletformáló tanulói (pl. a párolgás endoterm voltának bemutatása tisztaszeg és egy vattába csomagolt fejű hőmérő segítségével, az zsilettpenge és a felületi feszültség, az oxigén-aktív mosópor, azaz a nátrium-perkarbonát „titka”) és demonstrációs kísérlet létezik, amely minimális előkészületet igényel, és gyakorlatilag mosogatni sem kell utána. [11] Ezek heti 26 óra mellett, laboráns nélkül is elvégezhetőek! Diákjaink tizedikesként már kritikusabban viszonyulnak a kémiához, ami ekkor többségük számára kifutó modell. Ekkor még fontosabb a jó viszony fenntartása: szemléletformálás, érdekességek, kísérletek. A bölcsek köve helyett csak kliséket tudtam javasolni. Tennünk kell azért, hogy a most fölnevelendő nemzedék kémiához való hozzáállása jobb legyen; ez a természettudományos oktatás fönmaradásának záloga!

## IRODALOM

- [1] Sipos Pál: Az „alternatív” tudományok „Kész átverés show”-ja. A kémia tanítása, 19. évf. (2011) 1. 12–15.
- [2] Shock and law. Nature (2012) Vol. 490, No. 7421 (25 October), 446.
- [3] Time Magazine (1947) Vol. 49, No. 26 (30 June).
- [4] Schödl Gábor: Jenőke – Mesélek... Online elérhetőség: <http://irolklub.napvilag.net/iras/7561>. (A honlapok esetében az utolsó látogatás időpontja: 2018. augusztus 31.)
- [5] Gálík Péter: Diák Murphy, avagy a problémák kezdete nem esik egybe a felnőttkor kezdetével. Bp., Gulliver, 1991. 34.
- [6] Móra Ferenc: A Pál utcai fiúk. Bp., Franklin, 1907. 3. (idézet), 4–5. közötti lap (kép).
- [7] [http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok\\_2018tavas\\_z\\_emelt/e\\_kem\\_18maj\\_f1.pdf](http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok_2018tavas_z_emelt/e_kem_18maj_f1.pdf). 4. feladat 1. kérdés.
- [8] Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 2007. 292–293., 294–295. Az ún. „sárga” függvénytábla korrektebb, mert bár az argon atomsugara nincs benne feltüntetve, a kovalens atomsugarak a harmadik periódusban végig csökkenő tendenciát mutatnak. Matematikai, fizikai, kémiai összefüggések. Négyjegyű függvénytáblázatok. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 2007. 258–267.
- [9] Hunyady Györgyné, M. Nádasi Mária, Serfőző Mónika: Fekete pedagógia. Bp., Argumentum, 2006. 96.
- [10] Fenti eszmefuttatásom inkább személyes meggyőződés, mintsem tudományos kutatási eredmény. Ugyanezen témát szakavatottan tárgyalja Tóth Zoltán: Korszerű kémia tantárgy-pedagógia. (Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között.) Debrecen, Debreceni Egyetemi Kiadó, 2015. (SZAKTÁRNET-könyvek 5.) 23–56. Online elérhetőség: [http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru\\_kemia\\_tantargypedagogia](http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia).
- [11] Kémiai kísérletek az általános iskolákban. Szerk. Szalay Luca. Bp., ELTE, 2016. [csak elektronikusan érhető el: [ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf)] 26–27., 104–107., 126–127.

Janovák László – Deák Ágota – Mérai László – Dékány Imre

■ SZTE Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék | [janovakl@chem.u-szeged.hu](mailto:janovakl@chem.u-szeged.hu)

# Vízlepergető és fény hatására öntisztuló bifunkciós vékonyrétegek\*

## Bevezetés

Szabályozott összetételű és hangolható tulajdonságokkal rendelkező nanoszerkeztű rendszerek előállításával új funkcionális anyagokat és többfunkciós bevonatokat

\* Ezzel a munkával a SZAB 2017. évi Innovációs pályázatán I. díjat nyert Janovák László adjunktus.

hozhatunk létre [1–3]. Ezek a rendszerek értékes információt adhatnak, illetve előnyösen használhatók mindazon területeken, ahol a határfelületnek, a határfelületi jelenségeknek szerepe van, például (foto)-katalízis, szenzorika, napelemek, plazmonika, de a szennyezőanyagok detektálása és ártalmatlanítása vagy a megújuló energiaforrások kiaknázása terén is.

A természet által kidolgozott technológiai megoldásokat az anyagtudományi kutatásokkal foglalkozó szakemberek mindinkább igyekeznek kihasználni úgy, hogy az így kidolgozott, ún. bioinspirált megoldásokat a legkülönbözőbb területeken alkalmazhassák. Jól ismert például, hogy az öntisztuló tulajdonságokkal rendelkező lótuszvirág levelét és virágát a víz és más fo-