



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 kémiaoktatás szomorú, járulékos következménye. Tudniillik abból kiindulva, hogy milyen



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

mértvű kemofóbia jellemzi a társadalmat, mi, kémiatanárok, 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 felnőt, 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 föltételezhetően 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 kémiatanár-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 mindenekelőtt 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 előrejelzést, megnyugtató választ, megoldást. Ha a természettudomány képtelen erre, annyit is ér. Ha a kémiával szembeni elvárásaink ellenkeznek a valósággal, annál rosszabb a kémiának – parafrázálhatjuk Johann Fichte ismert mondását.

### Nem értünk a modern természettudományokhoz

A tudomány és a technika fejlődésének következményeként meghatározódott az ismeretanyag, mindennapi használati tárgyaitunk 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 feszélyezhetik, hogy bármennyit tanul is, igazában akkor sem fogja érteni a kezében tartott számológép műszaki fölépítését. Így hát hozzá sem érdemes látni az elektromágnesség megtanulását.

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, aránytévésztest 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

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 me-regetnek.

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 irracionalis félelem viszont fordítottan arányos egymással.

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

Tagadhatatlan, hogy a kémia rossz pedig-réjéhez 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 bioakumulatív 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.

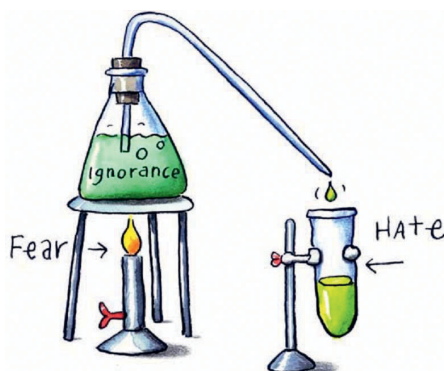
Saját kémiaóráim gyakran hangsúlyozott alaptézise – remélem, ha mást nem is, tanítványaim legalább ezt megjegyzik és fontolóra veszik – hogy minden anyag vegyi, hiszen minden anyag a kémia tárgykörébe tartozik (legalábbis a korpuszkuláris anyagok). A „vegyi anyag” kifejezés épp olyan parttalan, mint 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 nincs elvi különbség. A „vegyi – nem vegyi” sztereotípiában ez a vélekedés él tovább, a Wöhler felfedezése óta elmúlt 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.

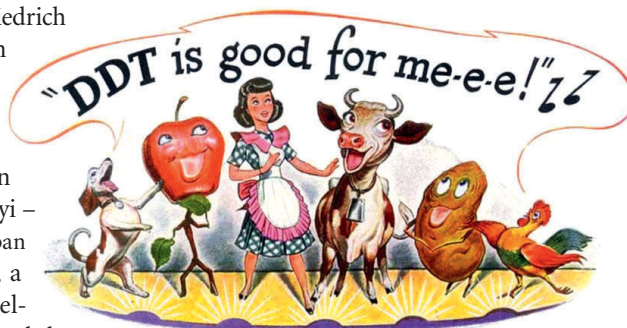
### A média szerepe a (kémia)tanárok bemutatásában

„A Lala bá, a kémia tanár (*sic!*) meg bepíált. Állítólag csak meg akart győződni a kerítésszagató dezodoráló hatásáról. A bibi ott volt, hogy nem a hóna alá kente, hanem direkte 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 helyén laposüvegéből erőt merítő, iszákos kémiatanárokról – aprópó: 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 Molnár 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-

### Félelem + nemtudás → utálat



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







## KÉMIA-, BIOLÓGIA- ÉS FIZIKATANÁROK KÍSÉRLETEIRE VONATKOZÓ CIKKEL

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 borszeszégő.

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-től 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 tárgyat 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 következetlenül a különböző módon definiált kovalens, a fém és a nemesgázoknál 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 hírlík, 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. Összefügghet ez 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 háttérében – sajnos – gyakrabban állnak kémia tanárok, 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 öröme stb. 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 erőinket 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 hetediknek meg kell barátkoznia a részecskeszemlélettel – emlékezzünk: ez a jeles filozófus, Arisztotelész értelmén is túlmutatott, azért vetette el Démokritosz atomelméletét és tért vissza az őselemek tanához, 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 hetedik 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, kémia tanárként az én dicsőséges feladatommá vált, hogy a gyermekeknek megtanítsam a  $\rho$  betű helyes kanyarítását.

További problémát gerjeszt, hogy a ma praktizáló kémia tanárok 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 halmazállapot-változások, 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 rejtget 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 acélgépgépek 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-gyártás acetilénből stb. – diákjainknak az a benyomása lehet, hogy kémiatörténetet tanulnak, csak Irinyi János 1849. évi nagyváradi löpörgyárának folyamatábrái hiányoznak. A magyar vegyiparban ez idő szerint legalább ilyen fontos a petrokémia, a műanyag-, a műtrágya- vagy a gyógyszergyártás. Igaz, ez utóbbit középiskolás szinten nem nagyon lehet tanítani. Történetek próbálkozásai a tananyag modernizálására (ennek esett áldozatul a szerves kémia). A kiemelt, 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 versenyezni – 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 tekintheti partnernek, nemhogy bennünket, mester 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 jó 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 vartáncunk! 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 tisztaszesz és egy vattába csomagolt fejtű hőmérő segítségével, az zsilettpenge és a felületi feszültség, az oxigén-aktív mosópor, azaz a nátrium-perkarbonát „títka”) és demonstrációs kísérlet létezik, amely minimális előkészületet igényel, és gyakorlatilag mosogatni sem kell utána. [1] 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 fölönnekvő nemzedék kémiához való hozzáállása jobb legyen; ez a természettudományos oktatás fennmaradásának 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://iroklub.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] Molnár Ferenc: A Pál utcai fiúk. Bp., Franklin, 1907. 3. (idézet), 4–5. közötti lap (kép).
- [7] [http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok\\_2018tavasz\\_emelt\\_e\\_kem\\_18maj\\_fl.pdf](http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok_2018tavasz_emelt_e_kem_18maj_fl.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/szakartnet/kiadvanyok/korszeru\\_kemia\\_tantargypedagogia](http://tanarkepzes.unideb.hu/szakartnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia).
- [11] Kémiai kísérletek az általános iskolákban. Szerk. Szalay Luca. Bp., ELTE, 2016. [csak elektronikusan érhető el: [ttmc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttmc.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 | [janovaki@chem.u-szeged.hu](mailto:janovaki@chem.u-szeged.hu)

# Vízlepergető és fény hatására öntisztuló bifunkciós vékonyrétegek\*

## Bevezetés

Szabályozott összetételű és hangolható tulajdonságokkal rendelkező nanoszerkezetű 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-