

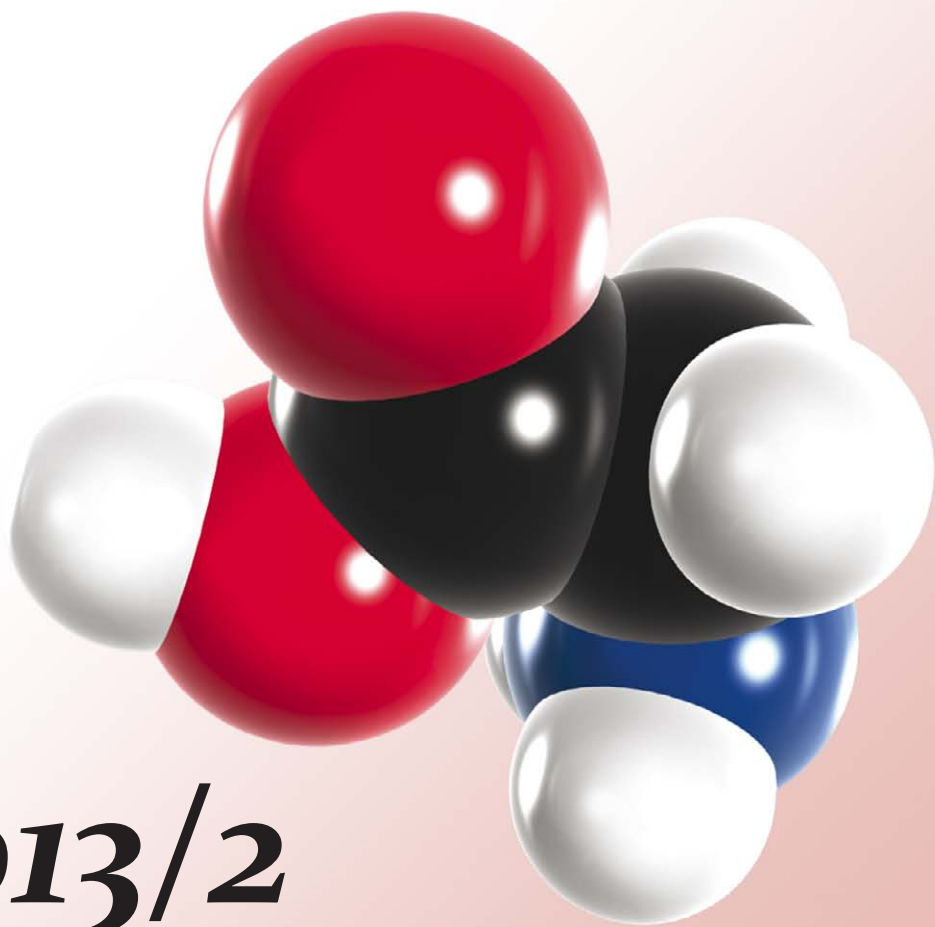
A KÉMIA

tanítása



MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

2013/2



A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Németh Veronika

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Adamkovich István

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Szőke András

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

TARTALOM

Mi lenne velünk műanyagok nélkül?

Prof. Dr. Czvikovszky Tibor prof. emeritus,
BME Polimertechnika Tanszék, Budapest

Melyik út vezet itt „Kémiaországba”?

Sárospataki Barnabás egyetemi hallgató,
ELTE Kémiai Intézet, Budapest

Diákolimpiai győztesek Taskentben

Sikeres magyar részvétel a 12. Projektvetőverseny nemzetközi diákversenyen

Beszámoló az V. Kárpát-medencei Kémia Táborról

Könyvajánló

Ben Çoldacre: Rossz tudomány

A XV. VegyÉsztorna eredményei

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 3100 karakter/oldal). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Czvikovszky Tibor

Mi lenne velünk műanyagok nélkül?

Avagy: hogyan szeretnénk meg a polimerek kémiáját?

Halami furcsa ellentmondás van ebben: korunk modern technikájának felhasználása egyre fiatalabb korban kezdődik, a technika alapjait pedig egyre nehezebbnek tűnik a fiatalokkal megszerettetni, megtanítani. A kémia olyannyira ide, a 'nemszeretem' tárgyak közé tartozik, hogy hazánk mintegy 4000 kémiatanárának pótlására manapság már alig tucatnyi jövődi kémiatanár szakos hallgató jelentkezik évenként. Pedig ez a **technika: civilizációnk fontos alkotórésze, sőt: foglalata**, megjelenési formája, kerete. (A civilizáció *tartalma* természetesen jóval több ennél, hiszen ebben benne van a szellemi, kulturális örökségünk minden fontos összetevője is.)

Ahogy a régmúlt korok embereinek életmódjára, munkamódszereire, kultúrájára következtethetünk az adott kor tárgyi emlékeiből, úgy lehet majd rekonstruálni korunk civilizációjának vívmányait – más források között – a mai technikai eszközeinkből. Így öltözködtünk, így beszéltünk távolból egymással, így közlekedtünk – fogják majd mérgetni a késői falanszter múzeumában műanyag sportkabátunkat, okos mobiltelefonunkat, a 20. század autójának műanyag alkatrészeit, vagy a robotrepülőgépek műanyag kompozit szárnyát.

Az adott civilizáció *technikája* nemcsak jól láthatóan megjeleníti, hanem mérhetővé is teszi ezt a fejlettségi szintet. **A műanyag-felhasználás minőségi és mennyiségi mutatói is civilizációnk fejlettségét mutatják és mérik.**

Napjainkban azonban társadalmi és technikai fejlődésünk majd' minden oldala veszteséges súlyvesztéssel fenyeget. Ezer jel mutatja,

hogy a 20. század rohamos fejlődése megtorpan, sőt: sok (gazdasági) területen visszafordulni látszik. **A fejlődés eddigi mintája, üteme fenntarthatatlan.**

Sokan vannak, akik a megbomlott egyensúly okozójaként magát a túlhajszolt, öncélúság felé hajló technikát vádolják. Ezek szerint a fejlődés fenntarthatatlanságáért maga a technikai fejlődés a felelős. **A polimertechnika**, a műanyagok technikája különös reflektorfénybe került, mint az értelmetlen, öncélú fogyasztás megtestesítője, és a súlyos, hosszú távú környezetszennyezés egyik fő okozója. Eszerint a műanyag, amely kőolajat fogyaszt, a természetes környezet által évszázadokig lebonthatatlan hulladékot, szemetet termel.

Mindenekelőtt helyre kell tennünk a polimerek és a műanyagok fogalomkörét a kémia tudományában. A szén különleges, kovalens kötésekkel önmagával is kapcsolódni képes képességével a természetben is sokféle hosszú láncú **makromolekulát** képez. Ezekben azonos ismétlődő egységeket, **monomereket** találhatunk ezerszám, a természetben sokszor millió Daltonos méretben. A makromolekula fogalmát H. Staudinger professzor vezette be az 1920-as években, élénk vitát váltva ki a német tudományos körökben, különösen a kolloidikusok között, akik szerint az ilyen ragacsos anyagok csak másodlagos kötésekkel kapcsolódó aggregációk. Staudinger sokáig bizonygatta, hogy ha egyszer sikerülne a cellulóz (cukor-polimer!) egyetlen makromolekula-láncát erőmérőbe fogni, az még az acél húrnál is nagyobb szilárdságának bizonyulna. Mire Staudinger ezért az alapozó elméletéért

1953-ban megkapta a polimerkémia első Nobel-díját, akkorra már senki sem vitatta a „nylon-zsinór” acélsodronnyal is összemérhető szilárdságát. A huszadik század második felében elindult a **mesterséges polimerek: a műanyagok** soha nem látott térhódítása. Ennek az új, nélkülözhetetlen szerkezeti anyagnak – „*engineering material*” – a világtermelése ez alatt a fél évszázad alatt futott fel évi 1 millió tonnáról több, mint 200 millió tonnára.

Gondoljuk végig, mi lenne, ha ezt az anyagot, mint a környezetet kockáztató tényezőt valakik, valahogyan (mondjuk, a törvényhozás útján) egyszerűen kikapcsolnák: megtiltanák a műanyagok használatát minden olyan alkalmazásban, amely közvetlenül vagy közvetve környezetszennyezéshez vezethet. Vajon mire mennénk műanyagok nélkül?

A technikatörténetet vizsgálva sok hasonló kérdést lehetne feltenni.

– Mi lett volna, ha Stevenson gőzmozdonyát betiltatják a 19. századi környezetvédők a búzaföldek és az erdők tűzvédelme okán?



1. kép
Benjamin Franklin

– Mi lett volna, ha Jedlik Ányos tanár úr „villamos forgony” kísérleteit nem engedélyezik a győri bencés gimnáziumban, az érintésvédelem szempontjából...?

– Mi lett volna, ha Albert Einstein és Szilárd Leó nem tudja meggyőzni Rooseveltt elnököt a nukleáris kísérletek támogatásáról?

– **Mi lett volna, mi lenne a 20. és 21. század technikájából műanyagok nélkül?**

Nézzünk néhány példát...

Polimerek a korai elektrotechnikában

Az elektromosság gyakorlati alkalmazhatóságára intenzíven kutatott kérdés volt már a 19. sz. elejétől (B. Franklin, C. Coulomb, A. Volta, S. Ohm, M. Faraday, J. Maxwell...) – messze azelőtt, mielőtt az elektron felfedezéséért (1897) J. J. Thomson 1906-ban Nobel-díjat kapott. *A mérnök előbbre járt, mint a tudós, akkoriban...* Már ez a korai villamostechika is jó szigetelőanyagokat igényelt. A sellak, a gumi, a guttapercha, a cellulóz-selyem már ismert volt – de a műanyagok még nem.

Mi lett volna, ha L. Baekeland 1907-ben nem találja fel a „bakelit” típusú szigetelőgyantát? Nos, előbb vagy utóbb minden bizonyosan felfe-



2. kép
Michael Faraday

dezte volna valaki más. Ez a polikondenzációs gyanta a maga térhálósítható szerkezetével szinte modellezte a fa ligninjét, de művi, műveleti tervezhetőségével, technikai (műszaki) kiszámíthatóságával (reprodukálhatóságával) kitűnően kiszolgálta a korai elektrotechnika sorozatgyártási igényeit. Ilyen lakkal impregnálták a villanymotorok forgó és álló tekercseit, ebből (a textilbakeleltől) készítették a nagy mechanikai és átütési szilárdságú szerelőlapokat, és ilyen présanyagból sajtoltak számos kapcsolót, konnektort és egyéb villamos alkatrészt. Jedlik Ányos „villamos forgonyát” végül W. Siemens szabadalmaztatta, és még a 19. sz. végén megjelent a közúti villamosvasút is. A technika különféle ágai élénk kölcsönhatásban erősítették, gyorsították egymást.

Miből készült Bell első telefonja és a hozzá szükséges kábel? A Csendes-óceán két partját is összekötő kábel szigetelőanyaga gumi (gutta-percha) volt, és még nagyanyánk villanyzinórja is így készült a 20. sz. elején. Maga az első extruder (csigaprés) is erre a célra kapott szabadalmat. Nyilvánvalóan egyre nagyobb szükség

volt egy nagy sebességű, képlékeny alakadásra is alkalmas, hőre lágyuló szigetelő gyantára. A műszaki célú kémiai láncreakció ekkor előzte meg – több évtizeddel! – a fizikai láncreakció technikai alkalmazását. A vinilvegyületek úttörőjét, a PVC-t ugyan már 1835-ben leírták, de a furcsa, kezelhetetlen porral Regnault még nem tudott mit kezdeni. Előbb még tapasztalatokat kellett gyűjteni a kámmal lágyított cellulózszármazékokról, így a celluloidról (Hyatt), hogy felismerjék: a PVC-t hasonlóképpen lágyítók adagolásával tehetjük képlékenyen alakíthatóvá. Innentől kezdve (~ 1930) a PVC lett az egyre bővülő távközlés, telefónia, rádiózás, és általában a kábelipar legerjedtebb – és legolcsóbb! – szigetelőanyaga. Mi lett volna a távközléssel PVC nélkül? Biztosan feltaláltak volna valami mást! (Legfeljebb drágább lett volna...)



3. kép
James Clerk Maxwell



4. kép
Jedlik Ányos



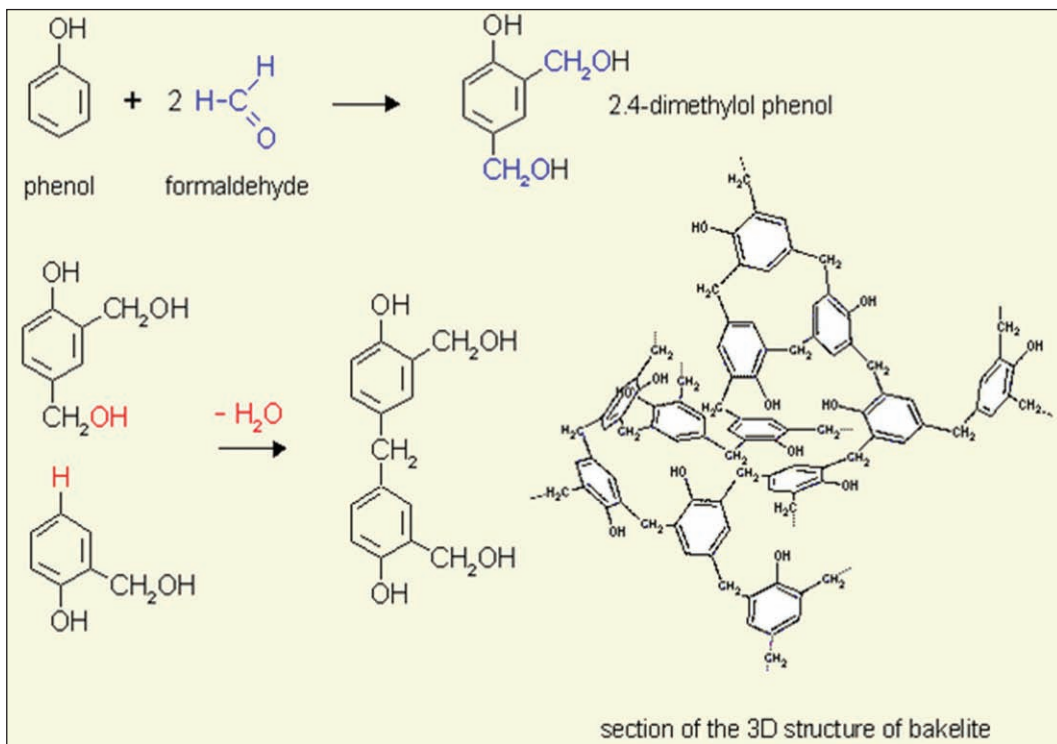
5. kép
Korai bakelit telefon

És valóban, ettől kezdve egymás után jelentek meg az egyre nagyobb szilárdságú és egyre nagyobb deformáció-sebességgel feldolgozható, hőre lágyuló műanyagok (a PMMA /plexi/, a PA /nylon/, a PTFE /teflon/ és a többiek). A polietilén, a legegyszerűbb szerkezetű mesterséges polimer már a II. világháború sötét felhői alatt

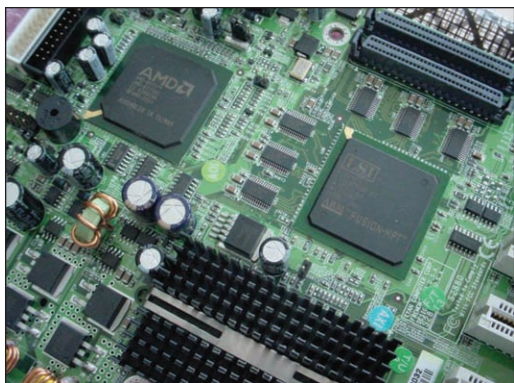
született. Talán ma már hihetetlen, hogy először a radartechnika titkosított szigetelőanyaga lett belőle. Csak 1945 után szabadulhatott ki a haditechnika fogságából, hogy mára a bevásárlóközpontok „nylontasakjaként” a műanyag szemét legüldözöttebb képviselője legyen. Pedig a technikában villamos kábelhálózatunk és sok más közmű csatornánk máig is használt kitűnő szerkezeti anyaga ugyanez a polietilén.

Polimerek a járműtechnikában

Mi lett volna a 20. század sorozatgyártását indító, máig is húzóágazatából, az autópárból a polimertechnika nélkül? Egyáltalán, eljuthatott volna-e a század elején (1908–1927) a 15 milliós darabszámig a FORD-T modell, amely magát a sorozatgyártást, a futószalagot, a korai automatizálást és szabványosítást testesítette meg – a természetes kaucsukból sorozatban gyártott gumiabroncs nélkül?



6. kép
A bakelit szerkezete



7. kép

A bakelit reneszánsza az integrált áramkörben

És itt mindjárt történelmi példát találunk arra is, hogy mi történhet, ha a megvalósult, sikeres technikát a történelem alapanyagváltásra kényszeríti. A 20. század közepe felé közelítve kiderült, hogy a két egymásnak feszülő európai



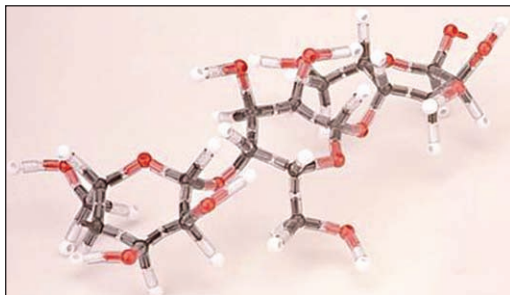
8. kép

Hermann Staudinger

diktatúra egyaránt el lesz szigetelve a meleg tengerektől, és így a trópusokon termelt természetes kaucsuktól – márpedig a hadigépezetnek rengeteg gumiabroncsra van szüksége. Mi történt? Egymástól függetlenül, Németországban és a Szovjetunióban is kidolgozták a szintetikus kaucsuk technológiáját, mégpedig biomassza alapon, (erjesztett) etanoból kiindulva. (A haditechnika elviselte a jóval magasabb költségeket...) A mesterséges elasztomerek újabb és újabb típusai ma már a gumiabroncs-gyártás – évi több, mint 10 millió tonnás – alapanyag-igényének a felét is elérik. Ez a példa biztató előjel arra, hogyan oldhatjuk meg a jövőben – a várható kőolajsűkékben – műanyag-alapanyag gondjainkat.

A gumiabroncs a polimer kötésű kompozitok bevált példája. Ezek tipikusan szállal erősített összetett szerkezetek, amelyben a szál (vagy más, akár lemezes erősítő anyag) erős kapcsolattal van beágyazva a polimer kötőanyagba (matrixba), a rendkívül nagy szilárdsággal rendelkeznek. A konstruktor számára pedig legnagyobb előnyük a tervezhetően **anizotróp** karakterük. Ez azt jelenti, hogy az ilyen szerkezetek szilárdsága irányfüggő: a terhelés kitértetett irányában különösen szilárdak, szívósak, ütésállóak. Ez – a viszonylag kis tömeggel együtt – jelentős előny a járműtechnikában.

A rugalmas gumiabroncsra halkan suhanó gépkocsi számos más műanyag alkatrészével jól érzékelhetően megjeleníti ennek a polimer anyagcsaládnak egy jellemző, a többi mérnöki anyag-



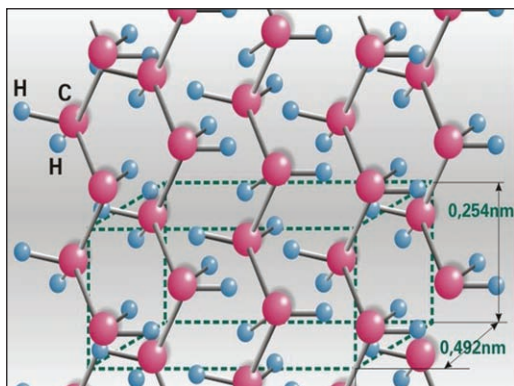
9. kép

A cellulóz szerkezete

tól: a fémektől és a kerámiáktól lényegesen különböző jellegzetességét. **A polimer viszko-elasztikus szerkezeti anyag.** Mechanikai tulajdonságaiban egyesíti a hooke-i rugalmasságtan és a newton-i képlékenységtan alaptörvényeit.

Első ránézésre a konstruktőr ebben problémás viselkedés is láthat, hiszen ebből kúszás és feszültség-relaxáció következik. Valójában azonban a polimerek mechanikai terhelésre adott *képletetett* válasza utolérhetetlen előnnyel is jár: ez a *csillapítás*. Lényegében innen származtathatók ennek az anyagcsaládnak olyan nagy szilárdságú, ugyanakkor szívós, ütésálló tagjai. Csillapítják a mechanikai rezgéseket – ettől olyan kényelmes, lágy fogású és puha ülésű a mai gépkocsi belseje. Csillapítják a hangot (hiszen az is mechanikai rezgés), megkímélnék minket a környezet egyre intenzívebb zajszennyezéseitől. Csillapítják a hőt: műanyagok nélkül nem tudnánk energiatakarékos házat építeni. Végső soron még a villamos szigetelő tulajdonságokkal is összeköthető ez a viszko-elasztikus karakter.

Még ki is terjeszthetjük ennek a jellemző vonásnak a jelentőségét. Talán az egész modern társadalomnak erre van a legnagyobb szüksége: a relaxációra, a csendre, a csillapításra, a külső hatások mérséklésére... Műanyagok nélkül biztosan kevesebb jutna mindebből. Nem véletlenül tekintjük a polimereket a leginkább emberközeli szerkezeti, mérnöki anyagnak.



10. kép
A polietilén szerkezete

Polimerek az orvostechikában

Herthogy az egész élő világ: polimer. Polimer a fű, fa, virág... Polimerből épül fel az állat és az ember csontváza, izma, ízülete, ina, idegrendszere – még az immunológiai szabályozórendszere is. És polimer a legizgalmasabb, legértékesebb összetevő, az örökítőanyag a DNS, amelynek szekvenciáit, legjellegzetesebb szakaszait ma már ujji nyomatként tudjuk azonosítani. A kriminalisztika néhány éve – és ez már a 21. század története – akár egyetlen hajszálunkból meg tudja határozni, hogy miben különbözünk a többi 7 milliárd embertől... S ami a legcsodálatosabb: ez a DNS, ez az örökítőanyag megjelenik gyermekeinkben, unokáinkban, akik hasonlítanak ránk – és mégis mások: okosabbak, ügyesebbek lehetnek nálunk, és így az egész emberi társadalom fejlődhet, haladhat, javulhat tovább...

Mindehhez a mesterséges polimerek rengeteg segítséget adnak az orvostechikail alkalmazásoktól egészen az élelmiszerek higiénikus csomagolásáig. Az egyszer használatos („disposable”, eldobható) karakter itt már egészen más értelmet kap: a polipropilén injekciós fecskendő, a PVC infúziós szerelék, a sebész egyszer



11. kép
Polimerek a modern gépkocsibelsőben

használatos szikéje, kesztyűje, öltözeke... mind az életmentés eszközévé válik, amit senki sem vitathat, már csak azért sem, mert ezek valóban olyan olcsók lettek, hogy ember-milliárdok jogosan várhatják el a higiéné minimumaként. A műanyag protézisek sem számítanak elérhetetlennek a rászorulók számára a fejlett civilizációkban.

A műanyag és a kőolaj, recycling

De megtehetjük-e valóban, hogy ezt a sokoldalú szerkezeti anyagot, amit végső soron a pótolhatatlan kőolajból szintetizálunk, egyszeri használat után kidobjuk? Látszólag gazdag civilizációnknak ez a (korábban valóban) felelőtlen magatartása (ez a „*throw-away society*”: eldobó társadalom); valóban megengedhetetlen a 21. században. A „*recycling, reuse, recovery*” alapelve: használjuk fel újra, alakítsuk át,

vagy nyerjük vissza belőle az energiát. Az újrafelhasználást számos külső és belső tényező gátolja: higiénés szempontok, a polimer anyagban megfigyelhető degradáció – és mindennek felett: az újrafeldolgozás költségei, amelyek gyakran megközelítik a tiszta, eredeti polimer alapanyag árát. Az átalakítási technológiák leglátványosabb formája: a mai kémiai technológia lehetővé teszi, hogy visszatérhetünk akár az eredeti szénhidrogén, a kőolaj szintjére is – feltéve, hogy ez a kátrányszerűség sokkal olcsóbb lesz, mint a kőolaj. Végül – egyelőre – mivel a *recovery*, a polimerekből elégetéskor a (hő)energia-visszanyerés akár 90%-os hatékonyságú is lehet, ez mindaddig indokolt, amíg a kőolaj nagy részét úgyis energetikai célokra használjuk.

Merthogy a kőolajnak csak kevesebb, mint 8%-át használja fel a műanyaggyártás. De mi lesz, ha az utolsó nyersolajforrás is kiapad?



12. kép
Kompozit alkatrészek egy mai gépkocsiban

Polimer biomasszából

A korai műanyagok előállítása a 20. század első felében, mielőtt még az egész szerves vegyipar áttért volna a kőolaj alapanyag-bázisra, lényegében kőszénből indult ki. Az ipari forradalom kezdete (~1750) óta felfutott acélgyártás sok kokszot igényelt, és ezek a kokszolóművek (a szén „száraz” lepárlása útján) szolgáltatták a városi gázt és a kőszénkátrányt is, és több más közbülső szerves kémiai terméket. Ezek manapság is alkalmazhatók lehetnének a műanyagipar és a gyógyszeripar ellátására is, de a kőolaj bázis még mindig, még ma is olcsóbbnak, termelékenyebbnek tűnik.

A két világháború közti – már említett – példa bebizonyította, hogy a biomasszát sikeresen lehet ipari méretekben is etanollá, majd etilénné, és a továbbiakban szintetikus polimerré (akár műgumivá) alakítani. Ez azt jelenti, hogy a kőolaj fogytán is előállíthatjuk a legfontosabb mesterséges polimereket mezőgazdasági hulladékból, akár krumplihéjból is. A kérdés csak az, hogy mennyi energiánk lesz mindehhez. Merthogy a mai ráfordításnál jóval többel kell számolnunk.

A cukor-, illetve cellulóz tartalmú biomassza etanollá erjesztése ősi technológia. Emellett újabb fermentációs technológiák is rendelkezésünkre állnak, pl. a tejsav és hasonló termékek előállítására. Ezekből polikondenzációval biomassza alapú polimerek, polilaktidok állíthatók elő. Bár itt ismét a korábbi műanyagokénál több energia-befektetésre van szükség, de ettől a polimer családtól szabályozható élettartamot, környezetbarát lebomlást, sőt biokompatibilitást is elvárhatunk. Egyébként a mesterséges polimerek lebomlása a környezetben egyáltalán nem olyan kérdéses, mint ahogy azt a rosszul tárolt híresztelésekben hallani lehet. Éppen hogy jelentős technikai erőfeszítés, „molecular engineering” szükséges ahhoz, hogy a hosszú távú műszaki alkalmazásra szánt polimerjeinket – pl. az infrastruktúrába beépített csővezetékeinket – akár száz évre stabilizáljuk.

Sok új fejlesztésről lehetne még említést tenni, amelyek bizonyítják, hogy a polimerkémia,

amely a természetes polimerek, a fehérjék, a DNS és más biopolimerek csodáit lesi el, másolja át és hasznosítja a leghétköznapibb technika szintjén, sok mindent tartogat még a jövőben.

Sokan ítélik az elmúlt korszak további – hasonló ütemű – fejlődését fenntarthatatlannak. A pesszimisták egyik fő érve a fizika tudományterületéről származik. A termodinamika második fő tétele szerint az entrópia, a **rendezetlenség** mértéke a magára hagyott (elszigetelt) rendszerekben **egyre nő**, a világ tágul, a naprendszer kihűl, a dolgok szétszóródnak stb. A műszaki fejlődésnek is határa kell, hogy legyen, a polimertechnika felívelését lecsengés kell, hogy kövesse.

A polimerkémiaiban még bizonyosan meszse vagyunk ettől. Az entrópia-törvény sem érvényes azokban a rendszerekben, amelyekbe kívülről energia érkezik. A polimertechnikát megújító szellemi energiák pedig a szakmán belül születnek naponta, innovációk, fejlesztések, találmányok, egyre újabb alkalmazások... formájában. Ez a szellemi alkotóerő, a teremtő („kreatív”) mérnöki találatekonyság (ingenium) a *polymer engineering* fejlődésének legnagyobb hajtóereje.

Irodalom

- [1] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: *A polimertechnika alapjai*. (egyetemi ...tankönyv, 3. kiadás) Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2006.
- [2] Czvikovszky T., Nagy P.: *Polimerek az orvostechikában*. (egyetemi tankönyv) Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2003.
- [3] Osswald, T., Menges, G.: *Materials Science of Polymers for Engineers*. Hanser Verlag, Munich, 2003.
- [4] Kaiser, W.: *Kunststoffchemie für Ingenieure*. Hanser Verlag, München, 2007.
- [5] Sági András: Több figyelmet a műanyagoknak! *A Kémia Tanítása*, Mozaik Kiadó, Szeged, 2008. január, 16–26.
- [6] Czvikovszky T.: *A Természet Világa*, Különszám, 2005.
- [7] Czvikovszky T.: *Lehet-e zöld a műanyag?* Mindentudás Egyeteme, 2005. okt.

Sárospataki Barnabás

Melyik út vezet itt „Kémiaországba”?

Gyakran járom stoppal az országot (ritkábban Európát), s így sokszor van alkalmam a legkülönbélebb emberekkel szóba elegyedni. Ilyenkor, amikor az ember ismeretlennel találkozik, a legelső kérdések között fogalmazódik meg: „Dolgozol? Tanulsz? Mit tanulsz?”. Ez a situáció mindenki számára ismerős lehet, ha máshonnan nem, akkor olyan helyzetekből, mikor egy új társaságba kerül az ember. „Sofőrjeim” válaszomra adott reakciója sok mindenben hasonló: a tanári pályát néha tisztelik, néha furcsállják („éhen akarsz halni?”), a biológiára általában bólogatnak, mint távoli, kedves ismerősre, de a kémiát hallva mindenkinek megváltozik az arckifejezése. Páran elutasítóan, többen egy kicsit szégyellve, vagy udvariasságból óvatosan, de szinte mindenki kivétel nélkül bevallja, hogy a kémiát – ha mást nem, a kémiát biztosan – sosem értette, és főleg sosem szerette.

Miért ez a széles körű népszerűtlensége a tantárgynak? Mi az, ami ilyen érthetetlen, ellenszenves, vagy idegen benne? És ami ebből következik, és legalább ilyen fontos: hogyan próbálunk ezen a megítélésen változtatni mi, kémiatanárok?

A vonatkozó szakmódszertani cikkeket áttanulmányozva megszámlálhatatlan olyat találtam, amelyek a lehető leglátványosabb szemléltetéssel, lebilincselő kísérletekkel, sőt egyenesen bűvészműtárványokkal próbálják a diákság számára megfoghatóvá, érdekessé tenni a különböző kémiai ismereteket [1, 2, 3, 4, 5]. Hasonlóan sokat olvashatunk a digitális tananyagok alkalmazásának fontosságáról [6, 7, 8, 9, 10].

Ezek fontosságában a legkevésbé sem kételkedem, és – amint az a felkínált saját példámból

látható lesz – én is fontosnak tartom az ismeretek élményszerű közvetítését, sőt egyenesen úgy gondolom, hogy a tanárnak (ha tud, ha olyan a személyisége) magára kell kicsit öltenie egy „sztár”, egy „showman” szerepét. (Persze vigyázva, úgy, hogy sem felelősségteljességét, sem tekintélyét ne veszítse el!)

Személyes tapasztalatom azonban, hogy ezek a „tűzijátékok” – bár valóban elősegítik egy-egy ismeret rögzülését – pusztán csak a kémiaórát, esetleg a kémiatanárt kedveltetik meg, de kevésbé járulnak hozzá ahhoz, hogy a kémiai ismeretek egészét, összefüggéseit tegyék vonzó-



vá, vagy a kémia tudományához hozzák közelebb a tanulókat. Hiába érdekes a kémiai kísérlet, ha a magyarázatához szükséges eszköztár idegen és érthetetlen. A diák inkább megelégszik azzal az élménnyel, hogy izgalmasan telt az óra.

Mi lenne akkor ennél hatékonyabb alternatíva a kémiai ismeretek elsajátításának motiválására? Egy nemrégiben végzett kisebb felmérésből [11] – melyben tizenegyedik évfolyamos szakközépiskolai diákokat kérdeztem meg – azt a következtetést tudtam levonni, hogy a tanulást minden külső és belső motívum közül az serkenti a legjobban, ha a tanuló közelséget, azonosulást él meg a tananyaggal kapcsolatban, s úgy érzi, hogy az ismeretek „róla szólnak”. Bár a felmérésben résztvevő csoport túl kicsi (egyetlen osztály) ahhoz, hogy a vizsgálatból messzemenő következtetéseket vonjunk le, az, hogy ezek a kérdések kis szórással, és 20–30%-al megelőztek minden egyéb szempontot (pl. hasznosság, elismertség, jutalmazás stb.), az mindenképpen elgondolkodtató.

Ha a különböző tantárgyak ismeretanyagát nézzük, láthatjuk, hogy mindegyik olyan területről indul el, ahol a tanulók „többé-kevésbé” otthonosan mozognak. Természettudományok esetében például biológiai tanulmányaikat a természetismeret tantárgy keretében kezdik meg a diákok, és olyan állatokról, növényekről van benne szó, amelyek mindenki számára ismertek, vidéken akár a mindennapos környezethez is hozzátartoznak. A fizika tárgykörében a legegyszerűbb mozgások kerülnek először „terítékre”. Nem kell magyarázni, hogy ezek a folyamatok is mindenkinek hozzátartoznak a hétköznapi tapasztalataihoz. Földrajzból (szintén a természetismereten belül) ugyancsak olyan kérdésekre kapnak választ már a tananyag elején, amelyek a gyerekek többségét foglalkoztatják, például: „Miért, és hova, merre folynak a folyók?” „Hogyan keletkeznek a hegységek?” stb.

Ezzel szemben a kémia rengeteg olyan absztrakt fogalmat vezet be néhány tanóra leforgása alatt, ami a tudománytörténetben több

száz év alatt alakult ki. Az atom fogalma, a molekula, a vegyület fogalma (kézzelfogható különbség nincs ezek között), számtalan, soha nem hallott elem, sav, bázis, oxidálószer, redukálószer és sorolhatnám. Rengeteg olyan dolog, ami nem elég, hogy nehezen feldolgozható, de ami még rosszabb: nincs megalapozva, hogy ezeket **a fogalmakat miért kell bevezetni**. Csak később válhat világossá a tanuló számára, hogy mindaz az ismeret, amit a kémia tantárgy bevezetésekor megtanult, hogyan alkalmazható, hogyan válik eszközzé a minket körülvevő világ megértésében.

Mielőtt ezen az úton továbbhaladva megosztanám gondolataimat, nem kerülhetem ki azt a ténytet, hogy a „kémia a mindennapokban” témája egyenesen elcsépeltnek számít a szakmódszertani cikkekben. Szeretném kifejteni, miért nem gondolom mégis lezártnak, túltárgyaltnak ezt a témát. Tekintsük ezért át részleteiben, miről is beszéltek már eddig is ezen megnyilatkozások kereteiben.

Az NAT [12] kimondja a következőt: „Cél, hogy a természettudomány ismeretei (...) előhívhatók legyenek a mindennapi problémák értelmezése és megoldása során”. Ez egy csaknem kifogásolhatatlan céltételezés. (Én megfelelőbbnek találnám az *előhívhatók* helyett az *összefüggésbe hozhatók*, vagy *alkalmazhatók* kifejezések használatát, az indoklást lásd később.) Számos cikkben olvashatjuk: mutassuk be a minket körülvevő világ kémiai vonatkozásait, alkalmazzuk a kémiát a mindennapi eseményekre stb. Az a tény is ebbe az irányba való haladást mutat, hogy egyes kémia kerettantervekből kikerült az elektronszerkezet kvantummechanikai megközelítése, csupán választható anyag [9]. Ez megannyi jó kezdeményezés.

Mégis problémát látok még ezek megvalósulásában. Helyenként kevés konkrétumot találunk arról, hogyan lehetne tétélesen a mindennapokra alkalmazni a kémiát [12, 13]. Ugyanakkor kétségtelen: vannak példák szép számmal a pontos „hogyanok” leírására is [14,

15, 16, 17, 18]. Számos ötletünk van tehát, a gond nem is ezzel van. A probléma gyökerét abban látom, hogy ezen ötleteink kiindulópontja, a megközelítésmódunk helytelen, a kémia emberközelivé tételének mikéntjét már eleve rosszul gondoljuk el. Úgy gondolom: **nem a kémiai ismereteket kell alkalmazni a mindennapokra, hanem a mindennapi tapasztalatokat kell alkalmazni a kémiai ismeretek megszerzésében.**

Talán sokak számára ez az állítás nem hordoz magában újdonságot, megint mások nem is látnak nagy különbséget a két megközelítésmód között. Én azonban mégis azt mondom, hogy közel sem mindegy: egyik, vagy másik oldalról szemléljük a kémia elsajátításának folyamatát. Az alábbiakban részletesebben is kifejtem a szerintem a jelenlegi gyakorlatban működő, és ezzel szemben a tanuló gondolkodásmódját jobban figyelembe vevő álláspontot.

Ha visszagondolunk középiskolás önmagunkra, emlékezhetünk arra, ahogy jártasságot, ismeretséget szereztünk a kémia alapjaiban, megkedveltük a tárgyat, és ilyen témájú szakra jelentkeztünk az egyetemen. Már a középiskolában is megindul egyfajta differenciálódás a különböző érdeklődésű tanulók gondolkodásmódjában, de az egyetemi tanulmányokban ez hatványozódik. Teljesen egyetlen (jobb esetben kettő) tudománynak szenteljük magunkat, ezzel kelünk, ezzel fekszünk, egy idő után otthonosan mozgunk abban a gondolkodási, fogalmi környezetben, amelyet az adott tudományterület elfoglal. Sőt, rövid idő után nem csak ismerőivé válunk az adott tudománynak, egyenesen azonosulunk vele. Büszkék vagyunk arra, hogy a mindennapos szóhasználatunkba is „kémias” kifejezéseket keverünk, „kémiasként” definiáljuk magunkat, és elkülönítjük magunkat a „matematikusoktól” meg a „bioszósoktól”, pláne a „bölcsészeketől”.

Ez persze minden tudományterületre való szakosodás esetében szükségszerűen megtörténik az emberrel: egy kicsit beszűkül a gondolko-

dása, vagy legalábbis megoszlik a hétköznapi és a tudományterület között. Ez tulajdonképpen természetes, és önmagában semmi baj nincs vele.

De azzal már igen, hogy amikor elkezdünk tanítani, hajlamosak vagyunk egészen megfedkezni arról, hogy milyen nem „kémiasnak” lenni, milyen nem „kémiasan” gondolkodni. Ahogy egyre többet jártunk a kémiatudomány ismereteit összekötő ösvényeken, lassan megfedkeztünk azokról az utakról, amelyeken eljutottunk a kémia területére. Ráadásul azt is elfelejtjük, tudomány és tantárgy nem egyenlők, de legalábbis alaposan elmoszuk a határt a kettő között. Tanulóinkat próbáljuk megismertetni a kémia tudományával, bevezetni őket a kémia világába, hidakat verni a kémiai és a köznapi gondolkodásmód közé, és közben megfedkeztünk arról, hogy a tudományterületek nem önmagukban létező dolgok, hanem a mi világunk sajátosságaiából, a világ megismerésének folyamán alakultak ki. (Gyakran már mi, tanárok sem tudjuk, hogyan.)

Elfelejtjük, melyek azok a kérdések, amelyek laikusként, gyerekként valóban foglalkoztatják az embert. Csak az lebeg a szemünk előtt, hogy a kémiatudomány összefüggéseit hogyan kapcsoljuk hozzá a mindennapi jelenségekhez. A különböző elméletek alkalmazhatóságát keressük, büszkén fedezzük fel és mutatjuk be a kémiát a mindennapokban. Csak arról feledkeztünk meg: a tanulóink nem a kémiát szeretnék vizsgálni a mindennapokban, hanem pusztán a mindennapok kérdéseire szeretnének választ kapni. A mi feladatunk az, hogy megmutassuk: ezeket a válaszokat a kémia segítségével tudjuk megtalálni. Miközben a magasröptű kémiai problémákat próbáljuk a mindennapi kémiai folyamatokkal illusztrálni, a tanulók valódi, az ő saját mindennapjaikról szóló kérdéseit nemhogy nem emeljük be a tanítási folyamatba, eszünkbe sem jutnak, s ha felteszik nekünk, gyakran egyenesen megmosolyogjuk őket. Bio-

lógiból tudom erre a legjobb példákat mondani. Például ha megkérdezzük, hogy hány évig él egy borz, vagy hogy mi a kedvenc étele a rókának, arra csak mosolygunk, hogy: „Jaj, hát a biológia ilyen (kis pitiáner) kérdésekkel nem foglalkozik...” Egyrészt dehogynem! Másrészt lehet, hogy a tudománynak nem, de a tantárgynak attól még nagyon is kéne ezzel foglalkoznia, ha a tanulókat (egyelőre, az adott szinten) ez érdeklí!

A kémia különösen rossz helyzetben van, mivel más tantárgyaknál – mint azt már följebb írtam – szerencsére a tudomány, vagy még inkább a tananyag építkezésmódja az, hogy a mindennapos dolgoktól halad az elvont következtetések felé. A kémiában azonban ez éppen ellenkezőleg van.

Az ember ráadásul olyan, hogy sztereotípiái nagyban meghatározzák a dolgokhoz való viszonyulását. Tehát ha az elején az derül ki a kémiáról, hogy egy idegen dolog, akkor kialakul tudat alatt egy gyakran örök érvényű elutasítás, hacsak nem válik az idegensége ellenére mégis valami miatt a kezdetekkor szimpatikussá (pl. azért, mert egy érdekes logikai puzzle-nek tűnik). Ezek után már hiába mutatunk be látványos kísérleteket olyan anyagokkal, amikkel sohasem találkoztak, hiába mutatunk látványos animációkat olyan modellekről, amelyek létjogosultságát soha nem fogták fel. Minthogy már az elején sem értették meg, most sem fogják már pazarolni rá az erejüket.

Hiába próbáljuk aztán az idegen szabályokból épült kémiai elméletet alkalmazni a mindennapokra. Az idegen konstrukció alkalmazhatóságát nem fogják megérteni azok, akik már a kezdetekkor sem voltak érdeklődők. Ez kicsit olyan, mint hosszasan magyarázni hottentottául egy szabályrendszert. Aki nem volt eleve érdeklődő, és nem tanult meg magyarázat közben hottentottául, az nem fogja érteni, nem fogja átérezni azt, milyen nagyszerűen le lehet írni hottentottául a gyakorlat szintjén viszonylag egyszerű (pl. hottentotta) játékot.

Ismétlem tehát: véleményem szerint nem a kémiai ismereteket kell alkalmazni a mindennapokra, hanem a mindennapi tapasztalatokat kell alkalmazni a kémiai ismeretek megszerzésében. Nem szabad azonban átesnünk a ló túloldalára sem! Világos, hogy lehetetlen minden, sőt sajnos a legtöbb, a mindennapokban lezajló kémiai reakció elméleti alapok nélküli magyarázata. Nem véletlenül található kétségbeesettnek, nevelésésnek a természettudományok összevonására tett kísérlet éppen úgy, mint a NAT-ban olvasható igény a fogamzásgátlás kémiájának megértésére [9]. Gyakorlatilag elképzelhetetlen pusztán induktív módon megismerni a kémia törvényszerűségeit.

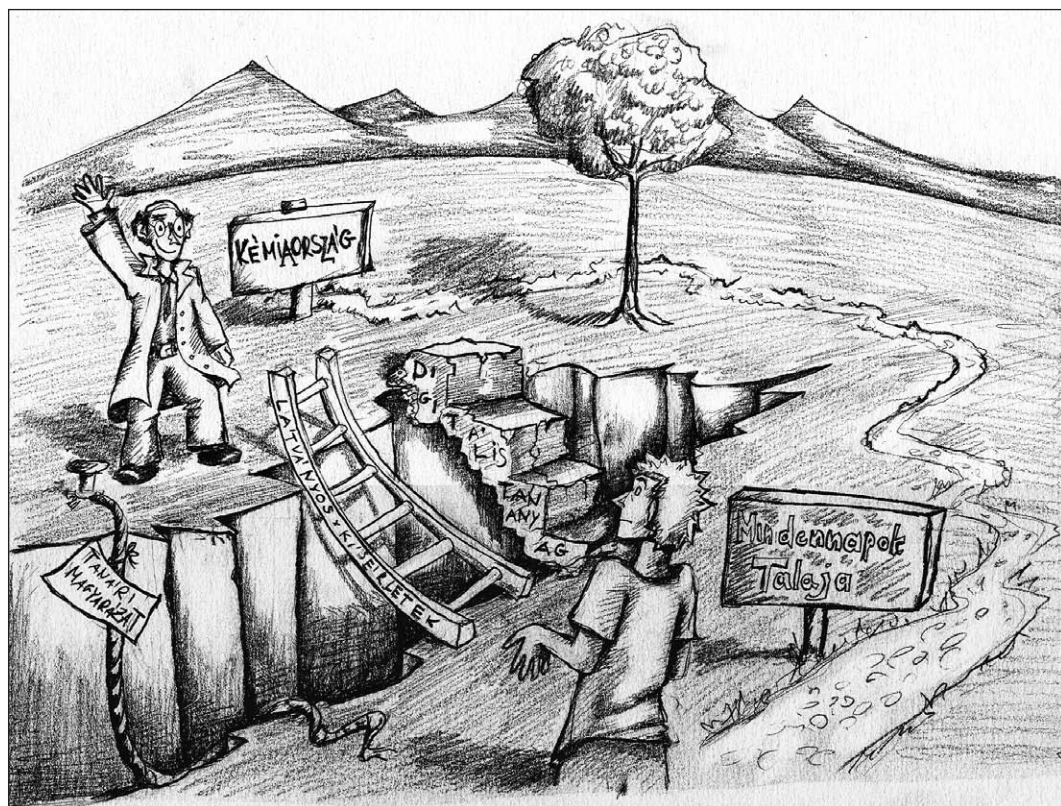
Viszont szükség van arra – különösen a tantárgy bevezető időszakában –, hogy lassanként, megindokolva, a tanulókkal is beláttatva vezessük be a kémia alapját jelentő elméleti hátteret. A korábbi hasonlatomra visszautalva: ismertesük el a diákokkal, hogy a hottentotta a legalkalmasabb nyelv az adott játék leírására.

Egyrészt, ha alulról is, elméleti alapokról építkezünk is, az atom-, vagy a sav-bázis vagy bármiféle más elméletből kiindulva, hangsúlyozzuk azok modell voltát, vagyis hogy ezek nem egyenlők a valósággal, csupán a valós folyamatok megmagyarázására, kézzelfoghatóvá tételére szolgálnak. (Én személy szerint – habár kiváló kémiatanáraim voltak – egyetemig azt hittem (a Bronsted-féle elmélet viszonylagossága ellenére is), hogy az, hogy egy anyag sav vagy bázis, egy „Istentől elrendelt dolog”. Így amikor a Lewis-savakról hallottam, nem is értettem, miről van szó. Hát ami sav, az sav, nem? Ami meg nem az, az meg nem és pont.) Egyrészt tehát fontos, hogy értsék, hogy ez csak egy leírási mód. Ugyanakkor, ha a jelenlegi gyakorlat szerint, elméletekből kiindulva, deduktívan is építkezünk, minden egyes mozzanatot az elejétől kezdve meg kell támogatnunk azzal a sugalmazással, hogy ez nem pusztán egy elméleti konstrukció, ez ott van körülöttünk. Erre kínál-

nak kiváló lehetőséget a nyugati szakirodalomban egyre inkább meghonosodó „context-based learning” címszó köré csoportosuló módszerek, tankönyvek. A Salters' Advanced Chemistry [19] kötetek ráadásul kiválóan össze is békítik a sokak szerint ellentétként, szerintem pedig ikertestvérként létező „concept-based” megközelítéssel. Ezen „arany középút” szellemében igyekeztem én is megtervezni egy mikrotanítási mintám [20].

Másrészt esetenként, ahol ez lehetséges, induktívan kell egy-egy dologhoz közelíteni. Be kell látniuk, hogy miért pont olyan elméletet követünk, amelyet követünk, miért olyan kategóriákat alakítunk ki, amelyeket kialakítunk? Például szembesítsük őket azzal, hogy számos jelenségre nem találunk magyarázatot, ha az anyagot folytonosnak képzeljük el. Ütköztessük az általános tapasztalatainkból adódó naiv el-

képzeléseinket egyes cáfolatként szolgáló esetekkel, „törjük együtt a fejünket” és így nem egy kényszeres szabály, hanem egy heurisztikus felfedezés lehet az, hogy milyen frappánsan áthidalja a problémáinkat egy daltoni „golyócska”-elmélet. További magyarázatra szoruló kérdések: Miért különböztetünk meg fizikai és kémiai folyamatot? Hogyan jutunk el addig a tényig, hogy vannak elemek, illetve vegyületek? És így tovább. Ennek megfelelően én a tantervet is átszervezném. Szerintem a biológiához hasonlóan, amely először állatokról, növényekről beszél, a kémiában is először sokkal többet kellene beszélni (nemcsak a vízről és a levegőről), minél több közismert vegyületről, úgy, olyan módon (és ez a lényeg), hogy **vizsgálatukból, tárgyalásukból kicsit később megvethetők legyenek a különböző elméletek alapjai**. Ennek a tanulási folyamatnak a kidolgozása, részletei ter-



mészetesen még sok átgondolást igényelnek, de már az új kerettantervekben is jobban megvalósul ez a szempont, mint korábban.

Összefoglalva az eddig elmondottakat: talán „közhelyszagúak” a fentebb olvasottak, úgy vélem azonban, hogy nem lehet elégszer hangsúlyozni és elég szemszögből újragondolni azt, hogy még jobban, még tökéletesebben próbáljunk a tanulók helyébe érezni magunkat. Lásuk a világot az ő szemüvegükön keresztül, ne a mi szemüvegünket próbáljuk az orrukra ügyeskedni! Mi úgy állunk a kémiai ismeretekhez, mint egy különleges, csodálatos világhoz. Az átlag tanuló azonban úgy tekint rá, mint egy ismeretlen, ijesztő tömegre. Hiába próbálunk a „mindennapok kémiája” szlogenjével a kémia és a mindennapok világa között hidakat verni, és a kémia világába csalogatni a diákokat akár elsősorú előadások, akár látványos szemléltetések, akár ismerősen kikövezett digitális tananyagok útján, hiszen a „túlso hídfő” továbbra is ugyanaz az ismeretlen terület a tanuló számára. Inkább meg kell mutatni, hogy habár kicsit eltávolodott tőlünk, és talán kerülőt jelent, de mégis van egy természetes összeköttetés is a kémia tudomány felépítettsége és a hétköznapi tapasztalatai között. Ha nem is tudjuk végigvezetni diákjainkat ezen az ösvényen, legalább elindítva rajta, vagy szakaszait megmutatva láttatnunk kell, hogy a kémia a diákok által sosem látott tömeghatás törvényéről, vagy a reakcióhőről csakis másodsorban, elsősorban pedig a nagyon is ismerős szódavízről vagy a tábor-tűzről szól.

Külön köszönet Hargitai Zsófiának, aki az illusztrációkat készítette a szerző ötletei alapján.

Irodalom

- [1] Szalay Luca (2011): http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2011_2/Hatkem11_2.pdf
- [2] <http://chemgeneration.com/>
- [3] Árus Dávid: A Landolt-reakció és társai: óra-reakciók. *A Kémia Tanítása*. 20. évf. 3. sz. 10–13.

- [4] Árus Dávid: Néhány újszerű kísérlet a halogének tanításához. *A Kémia Tanítása*. 19. évf. 3. sz. 13–15.
- [5] Tóth Zoltán: Vas-oxid redukciója egy gyufaszál fején. *A Kémia Tanítása*. 19. évf. 1. sz. 26–27.
- [6] Szalay Luca (2009): http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2009_2/Hatkem09-2.pdf
- [7] Szalay Luca (2008): http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2008_3/Hatkem08-3.pdf
- [8] Szalay Luca (2012): http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2012_1/KK1201_hatkem.pdf
- [9] Szalay Luca (2012): http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2012_4/KK1204_hatkem.pdf
- [10] Kunné Trapp Valéria: Képes kémia – tananyag az interneten. *A Kémia Tanítása*. 19. évf. 4. sz. 25–27.
- [11] https://docs.google.com/document/d/15St_yJhgJuFhB1i6mhc6zPz5NijjGpekr9MEs8XehA8/edit
- [12] NAT 2012 http://www.kormany.hu/download/c/c3/90000/MK_12_066_NAT.pdf
- [13] <http://archiv.fppti.hu/szakteruletek/kemia/kemiaegyeb/kemiatanitas.html>
- [14] Szalay Luca (2011): http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2011_4/kk1104_hatkem.pdf
- [15] Szalay Luca (2010): http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2010_4/Hatkem10-4.pdf
- [16] http://www.magyarhirlap.hu/tudomany/min-dennapi_kemia_mar_az_oviban_is.html
- [17] Szakács Erzsébet (2012): A mindennapi életünk megjelenése a kémiaórákon. *A Kémia Tanítása*. 20. évf. 1. sz. 30–33.
- [18] Egyedné Krizmanics Ildikó: A rágógumi. *A Kémia Tanítása*. 19. évf. 4. sz. 23–25.
- [19] Szakácskodás kémia tanítás ürügyén <http://youtu.be/HEJQ5-qssel>
<http://youtu.be/rq5hlMCxHr0>
- [20] <http://www.york.ac.uk/org/seg/salters/chemistry/>

Diákolimpiai győztesek Taskentben

Agyarország csapata még csak másodszor vett részt a Nemzetközi Mengyelejev Diákolimpián, és máris sikerült a tavalyi eredményeket felülmúlni. A négytagú csapat minden tagja érmet szerzett, átlagpontjaik alapján a résztvevő 17 ország közül csupán az orosz versenyzők előzték meg őket. Fantasztikus siker, hogy a 118 versenyző legjobbjá, Sályi Gergő a budapesti Apáczai Csere János Gimnázium tanulója lett.

Az ezüstérmes diákok legjobbjá is magyar versenyző lett, mégpedig Bolgár Péter, a tiszai Eötvös József Gimnázium diákja. Debreceni Ádám, a váci Boronkay György Gimnázium

és Székely Eszter, a budapesti Fazekas Gimnázium tanulója pedig a szoros versenyben bronzérmes lett.

A 47. Mengyelejev Olimpiára, ami a valamikori szovjet kémiaversenyek utódja, már jó ideje az orosz érdekszférán kívülről is érkeznek versenyzők. Ez a verseny a Nemzetközi Kémiai Diákolimpia felkészülési idejében van, de feladatait tekintve még annál is nehezebb és színvonalasabb. A háromfordulós, egyhetes versenyen elméleti és laboratóriumi problémák megoldását várták el a résztvevőktől. Csapatunk tagjai a magyar tanulmányi versenyek legjobbjai közül kerültek ki.



1. kép

Még indulás előtt a repülőtéren

(balról jobbra: Bolgár Péter, Debreceni Ádám, Székely Eszter, Sályi Gergő)



2. kép
A magyar csapat tagjai Szamarkandban
Timur Lenk mauzóleuma előtt

A verseny szakmai koordinátora a moszkvai Lomonoszov Egyetem. A taskenti helyszín is a Lomonoszov kihelyezett kara volt, de a programokból és a helyi résztvevők elbeszéléséből kiderült,

hogy bár az üzég kormányzat nem minden szempontból feddhetetlen és demokratikus, de az oktatási rendszerbe rengeteg pénzt és energiát fektet.

A magyar csapat részvételét a Magyar Kémikusok Egyesületének közreműködésével az utazás költségeit fedező Richter Gedeon Nyrt., a MOL Nyrt. és az EGIS Nyrt. tette lehetővé. A diákok válogatását és felkészítését középiskolai tanáraik mellett az ELTE Kémiai Intézete végezte. A csapat kísérője ebben az évben is Dr. Magyarfalvi Gábor (ELTE) volt.

A verseny hivatalos nyelve az orosz és az angol, de a kísérők a verseny előtti néhány órában lefordíthatják a diákok anyanyelvére a feladatokat. A verseny három versenynapjából kettő az elméleti feladatoké. Az első nap 8 problémát kellett megoldani, a második nap a kémia 5 nagy területéről feladott 3–3 problémából területenként egy megoldást értékelték. A felada-



3. kép
A díjkiosztó után, a Lomonoszov Egyetem taskenti főépületében.
Középen V. V. Lunin akadémikus, a Lomonoszov Egyetem Kémiai Karának dékánja

tokra jellemző volt, hogy az átlagos tanterv szerint tanuló középiskolások tudásszintjétől igyekeztek nem nagyon elszakadni, de a kérdések megoldásához sok ötlet, gondolkodás és kreativitás kellett. Az idén a feladatsorokban szerepelt az ókori görög épületek festékeitől a gyógyszerek pontos célba juttatásáig számtalan téma. A gyakorlati fordulóban a hidrogén-peroxid bomlásának sebességét tanulmányozták a versenyzők.

Versenyzőink

Sályi Gergő 1. helyezett, aranyérem
ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest
tanára: Villányi Attila

Bolgár Péter 12. helyezett, ezüstérem
Eötvös József Gimnázium, Tiszaújváros
tanára: Kissné Ignáth Tünde

Debreceni Ádám 47. helyezett, bronzérem
Boronkay György Gimnázium, Vác
tanára: Kutasi Zsuzsanna

Székely Eszter 51. helyezett, bronzérem
Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnázium
tanára: Albert Attila

Gratulálunk a csapat minden tagjának és felkészítő tanáraiknak ezért a kiváló eredményért!

Sikeres magyar részvétel a 12. Projektwettbewerb nemzetközi diákversenyen

„Kémiával a nyersanyagtól az ipari alapanyagig” címmel hirdette meg nemzetközi részvétellel az immár sorban 12. projektversenyét az Osztrák Kémia tanárok Egyesülete (Verband der Chemielehrer Österreichs, VCÖ) az általános és középiskolás diákok számára. A témához ötletként javasolták a földgáz, az érc, a levegő, a kősó, a dolomit és még sok más anyag feldolgozásának vizsgálatát, de természetesen bármely más ipari, kémiai területet is kidolgozhattak a diákcsoportok. A téma feldolgozásánál kívánatos volt, hogy a diákok önálló kísérleteiből, irodalmi kutatásaiból, üzemlátogatások tapasztalataiból, személyes állásfoglalásból is álljon. Az ennek alapján összeállított, szépen kivitelezett 30–50 oldalas munkákat, szöveges-képes albumokat 2013. március elejéig kellett eljuttatni a szervezőknek német vagy angol nyelven. A mappa más szemléltető anyaggal, CD-vel, videóval is kiegészíthető volt. Az értékelésnél nem a terjedelem, hanem elsősorban a munka ötletessége, a sok diákot megmozgató alkotó tevé-

kenység, a sokszínűség, a benyújtott anyag kivitelezése számított. Feltétel volt, hogy a pályamunkát a benyújtás előtt nyilvánosság előtt az iskolában vagy egyéb fórumon be kellett mutatni.

A versenyre elsősorban az osztrák, de mellettük a környező országok diákcsoportjainak jelentkezését várták. Hazánkban idén eredetileg tíz iskola érdeklődött a részvétel feltételeiről, lehetőségeiről, végül azonban csak három iskola jelentkezett hivatalosan, mellettük örömről és közvetítésünkre egy vajdasági (Szerbia) iskola csapata is indulhatott. Magyar diákcsoportok egyébként már az előző három alkalommal is jelen voltak, sőt minden alkalommal díjat is nyertek.

Minden hivatalosan, az adott határidőig jelentkezett csapat egy 1000 Euró értékű kémiai kísérleti eszközcsoportot kapott a szervezőktől azzal a céllal, hogy ezáltal megkönnyítsék a projektmunkához tartozó kísérletek elvégzését. Ebben egyebek mellett infravörös hőmérő, fűthető mágneses keverő, üvegeszközök, molekulamodell-készlet, különböző műanyagok előállításá-

hoz szükséges alapanyagok, kellékek és még sok más, az iskolákban nagyon hasznos eszköz volt. A magyar részvételt a VCÖ felkérésére *Rakota Edina*, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium tanára szervezte. A VCÖ a *Lanxess Central Eastern Europe s.r.o* anyagi támogatásának köszönhetően három magyar és a vajdasági csapat számára biztosította az eszközkészletet. A tekintélyes méretű csomagokat Dr. Ralf Becker, a VCÖ elnöke adta át az iskolák küldöttségének kis hangversennyel egybekötve, ünnepélyes keretek között a Budapesti Fazekas Mihály Gimnáziumban, 2013 januárjában.

A magyar iskolák mindegyikének érdekes volt a témaválasztása. A *Patrona Hungariae Gimnázium* szakköre *Oláh Gábor Péter* tanár úr vezetésével „A füstgáztól a gipszig” című projektet készítette el. Ennek során a gipsz kémiájával, illetve a gipszmegekötéskor lejátszódó folyamatok megismerésével foglalkoztak. Ellátogattak a Visontai Déli Lignitbányába és a Mátrai Erőműbe, valamint a Baumit Kft. és Rigips Hungaria Kft. üzemébe, ahol a gipsz felhasználásával, a gipszgyártás környezetvédelmi és még anyagi hasznot is hajtó technológiájával ismerkedtek meg. Az iskolában megépítették a füstgáz-kéntelenítő modelljét, és ezen tanulmányozták annak működését, hatékonyságát, foglalkoztak

a gipsz gyógyászati és kozmetikai felhasználásával. Kísérletileg is elemezték a gipsz szerepét a 2010. évi vörösiszap-katasztrófa kárelhárításában. A *Fazekas Mihály Gimnázium* csoportja *Rakota Edina* tanárnő vezetésével az üveget választotta témának. Fizikai és kémiai kísérleteket, méréseket végeztek az üveggel kapcsolatban, utánanézték az üveg történetének, számos különleges üvegfajtának, felhasználási módnak, az üveg környezetre gyakorolt hatásának, a szilícium-anyagcserének, a selektív hulladékgyűjtésnek, az újrahasznosítás lehetőségének. Látogatást tettek Orosházán a Guardian Üvegyárban, megtekintve a síküvegyártást, a nagykohótól egész a tükörkészítésig. Egy budapesti üvegtechnikai műhelyben a laboresszközök, dísz tárgyak, szobrocskák készítését figyelhették meg, a Képzőművészeti Szakközépiskola üvegszakos mestere mesélt az üveg titkairól, majd ki is próbálhatták az üvegfűjást, sőt maguk is készítettek ilyen karácsonyi ajándékokat. Rajzversenyt és meseíró pályázatot is szerveztek az iskolában az üveg témakörében. A harmadik magyarországi csapat (*Paraguári utcai Általános Iskola*, Szombathely, *Ruzsa Valeria* tanárnő vezetésével) a papírgyártással foglalkozott, különböző fákat tanulmányoztak, merített papírt készítettek. A határon túli, zentai *Bolyai Tehetséggondozó Gim-*



1. kép

*Az iskolák átveszik a projektmunkát segítő eszközcsoportot.
A kép bal szélén Dr. Ralf Becker, a VCÖ elnöke*

názium diákjai Szórád Endre tanár úr vezetésével „Az agyagtól a fazekasáruig – régi mesterségek” témát dolgozta fel. A tanulók megismerték ezt a kihalófélben lévő kézműves szakmát, keresték az összefüggést a fazekasság és az agyag, illetve a kémia között. Beszerezték a nyersanyagokat a magyarországi Tondach cégtől, és az iskola kémia laboratóriumában bevizsgálták azokat, végül előállították a korongozási nyersagyagot. Ellátogattak egy fazekas műhelybe, hogy megismerkedjenek ezzel a kihalófélben lévő szakmával, a formázástól a végtermékig.

A projektverseny díjkiosztása Wieselburgban (Ausztria) volt a 12. Európai Kémiatanár Konferencia során ünnepélyes keretek között 2013. április 4-én. A versenyen végül is 212 csapat indult, legnagyobb létszámban Ausztriából (200), továbbá Németországból 4, Magyarországról és Szlovákiából 3–3, Liechtensteinből és Szerbiából 1–1 diákcsoportot küldött be pályamunkát. A nemzetközi mezőnyre jellemző volt, hogy sok-sok egyszerű kis munka szerepelt, olyan, amit egészen kis gyerekek készítettek,

akiknek még alig van kémiai alapismerete. Ez azonban nem is baj, hiszen a kémia, a vegyipar átszövi egész életünket, és erről tudnia kell az egész társadalomnak, beleértve a kisdíjakokat is. Az ilyen projektmunkához, a kicsikkel végzett egyszerű kísérletekhez jó tanári (tanítói?) irányítás, ötletesség, pedagógiai érzék kell. Érthető az is, hogy az ilyen projektmunkák kivitelében nem a csillogó informatikai tudás, hanem inkább a kisdíjak munkájának hitelessége dominál.

Nagy öröm mindnyájunk számára, hogy a Patrona Hungariae Gimnázium csapata nyerte el az egyik 700 eurós különdíjat. Biztosak vagyunk abban, hogy az idén szorgosan kísérletező, irodalmazó, gyűjtögető, az esetleges nyelvi nehézségeket is legyőző sok tíz magyar diáknak tanulságos és élvezetes volt a VCÖ ez évi projektversenyén való részvétel, annak nem kis kihívása. Gratulálunk a díjazottaknak és csak biztatni tudjuk az iskolákat, diákcsoportokat, hogy két év múlva induljanak ezen a szép és tanulságos nemzetközi megmérettetésen!

Riedel Miklós



2. kép

A Patrona Hungariae Katolikus Iskolaközpont küldöttsége: Gatzdag Gyöngyi M. Gemma nővér, Oláh Gábor projektvezető, Orba Melinda és Szécsi Katalin 8. osztályos tanulók

Beszámoló az V. Kárpát-medencei Kémia Táborról

Az idei, 2013-as év kiválónak mondható, főként a vajdasági kémiabarátok körében. Többek között azért is, mert az idén, március 22–24. között lett óvodáskorú a zentai Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium berkein belül megszervezett Kárpát-medencei Kémia Tábor, vagy talán kisiskolás, ugyanis az első tábor megszervezését 2007-ben diákok kezdeményezték, és később nőtte ki magát kárpát-medencei kémiatáborrá.

Szerencsésnek érzem magam, hogy a kezdetektől fogva ott lehettem. Először még csupán gimnazistaként hallgattam a megjelent előadókat, idén másodsorra pedig már egyetemistaként volt alkalmam tartani pár perces előadást.

Arra a kérdésre, hogy miért is gyűltünk össze ilyen szép számban e hétvégén, a főszervező, volt kémiatanárom, Szórád Endre szavait idézném a megnyitó ünnepségről:

„A kémia teremt, újat hoz létre. Ez benne a szép. A kémia átmenet az organikus és anorganikus anyag között, olyan, ami összekapcsol. Talán még harmóniát is teremt a világ dolgiban, az ilyenfajta összefonó szerepe miatt. Sosem tudhatni előre, mi fog történni (ezt a valamit persze nem szó szerint kell venni, mert fontos, hogy meg tudjuk jósolni előre a reakció kimenetelét), van benne spontaneitás, egy kis izgalom, titok, várakozás. A kémia alkot. Akik most itt vagyunk, ezért szeretjük a kémiát itt is



Dr. Riedel Miklós előadása

és abban a közösségben is, ahonnan érkezünk, legyen az bárhol a világban”.

Minden évben örömmel érkeztek az előadók és a diákság is. Mindamellet, hogy kedvenc természettudományunknak hódolhattunk, egy kicsit nemzetünket is sikerült összébb fogni, hiszen az erdélyi Baróttól, Marosvásárhelyen át Zalaegerszegig, Budapesttől, Szegeden át egészen Újvidékig jelen voltak a kémiát kedvelők.

A megnyitó során bolyais diákok egy csoportjának énekes-zenés előadását tekinthették meg, természetesen összekötve néhány érdekes kémiai kísérlettel. Ezek után Szórád tanár úr megnyitotta a „Technológia mérföldkövei kémikus szemmel” című vándorkiállítását. Ez a kiállítás az Amerika Kémiai Társaság (ACS) kiállításának átdolgozott, magyar nyelvű változata. A kiállítás több, mint 30 plakátból áll és négy nagy téma köré csoportosítja az információáramlás és kommunikáció, a mezőgazdaság és élelmiszeripar, az egészségügy, illetve az energia-ellátás és közlekedés fejlődését.

Ezt követően két előadást hallgathattak meg a résztvevők. Az egyik Alfred Werner életéről és munkásságáról szóló Urbán Hodik Marianna tolmácsolásában, majd a kristályok varázslatos világába kalauzolt el minket Dr. Demeter Ádám. A soron következő program egy játékos vetélkedő volt a jelenlévő diákok számára: „Minden, ami nem tiltott, az szabad! 3V – Vegyülj Velem Valencia”. Különböző feladatokat, kötéstípusok jellemzését, plakátkészítést kellett kivitelezni az ifjúságnak.

Szombat reggel Kecsenovity Egon, volt bolyais diák előadásával indult a nap, amikor is betekintést nyerhettünk a szén nanocsövek világába, majd Dr. Mészáros Széchenyi Katalin tanárnő „Savak-Bázisok-Komplexek” című előadását hallgattuk végig. Őt követte Dr. Tömpe Péter, aki különböző elektrokémiai, elektroanalitikai módszerekről mesélt, Dr. Hannus István tanár úr pedig a kémiát a társelművészetekkel kapcsolta össze előadásában. Hallhattunk a fényforrásokról is, egészen a petróleumlámpától a kompakt fénycsövekig Dr. Riedel Miklós tanár úrtól, aki a délután folyamán bemutató kísérleteket is tartott. Dr. Klebovich Imre tanár úr arra

hívta fel a figyelmet, hogy mire kell ügyelniük, ha gyógyszereket szedünk, illetve „A méret igenis számít, avagy a nanotechnológia dióhéjban” című előadást hallhattuk Dr. Kovács Kriszta tanár úrtól.

Ebédkezést követően kreatív kémiai feladatok vártak a középiskolásokra Bicskei Erzsébet tanárnő és Szórád Endre tanár úr vezetésével, mi alatt az előadók és kísérőtanárok megtekintették a Zentai csata Emlékiállítót, és ellátogattak Pece Árpád műgyűjtő otthonába.

Késő délután Árus Dávid doktorjelölt újszerű motiváló kísérleteket mutatott be, Dr. Enyedi Éva Anna tanárnő a gyógyászatban felhasznált fémvegyületekről beszélt, majd Ördög István Tibor az olajiparban szerzett kutató vegyész tapasztalatiról tartott előadást.

Másnap reggel a jelenlegi és volt bolyais diákok előadása volt a programon. Később Magyarokanizsára látogatott el a csoport, ahol a Tehetség napja, illetve Bartók Béla születésnapja kapcsán látványos kísérleteket mutatott be a Bolyai kémiászakkör, Szórád tanár úr pedig a tehetséges diákokról, felkarolásukról, segítségükéről tartott beszédet.

Visszaérkezésük után a diákok bemutatták az elkészült posztereket, az ebédet követően Szórád tanár úr kiosztotta az emléklapokat, pár szóban értékelte a tábort, majd hivatalosan is lezárta azt, végül pedig elfogyasztottuk a születésnap tortát.

Összefoglalóként csak annyit szeretnék hozzátenni, hogy nagy szükség van az ilyen és eh-



Dr. Klebovich Imre előadása

hez hasonló kezdeményezésekre. Sajnos a természettudományok manapság hanyatlásukat élik, ami részben annak köszönhető, hogy nem a megfelelő módon, és talán nem mindig a megfelelő emberek próbálják átadni a tudást. Hiszem, hogy akik ezen a hétvégen ott voltak

Zentán, előadóként a legjobbat nyújtották, diákként pedig a legnagyobb érdeklődéssel vettek részt a programokon, aminek következménye, hogy az egész esemény példaértékként szolgálhat tanároknak, diákoknak, határon innen és túl.

Anitics Tamás

KÖNYVAJÁNLÓ

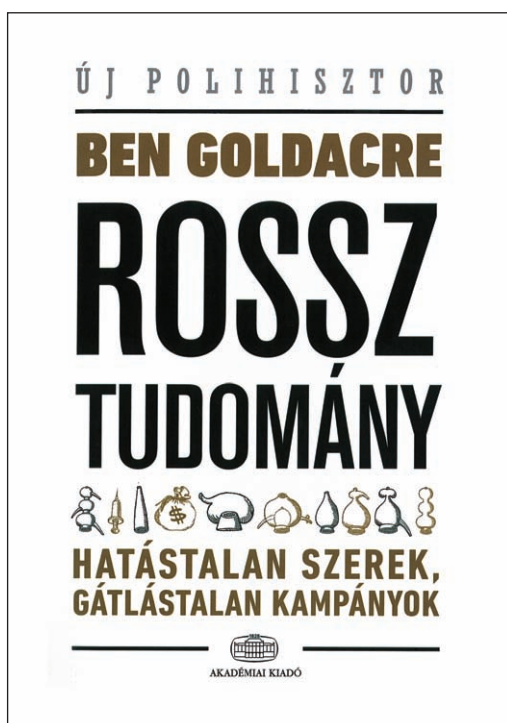
Ben Goldacre: Rossz Tudomány

Manapság bármerre megyünk, mindenfelé reklámok tömkelegével találkozunk: ott vannak a televízióban, az újságokban és az utcán a legkülönbözőbb méreteken, interneten és mindenfelé, ahol csak járunk. Ráadásul egy részükben tudományosnak hangzó kifejezéseket is használnak, hogy még jobban felkeltsék az érdeklődést az adott termék iránt, ami legyen gyógyszer, kozmetikum, vagy akár egy közönséges joghurt, és egy részükben külön kiemelik, hogy az adott terméket klinikai teszteknek vetették alá, amit a nagyobb hitelesség kedvéért orvosokkal mondatnak el, vagy legalábbis egy fehér köpenybe öltöztetett emberrel. De valóban hitelesek ezek a vizsgálatok, és szükség van arra a rengeteg idegen kifejezésre a reklámokban, vagy ezek mind csak a marketing miatt kerültek bele? Ilyen és ehhez a témához tartozó dolgoknak járt utána Ben Goldacre, a Rossz Tudomány című könyv írója.

A könyv 16 kisebb-nagyobb fejezetre van osztva, és mindegyikben egy témával foglalkozik a szerző. Szó esik a méregtelenítésről, gyógyszererekről és gyógyszergyárakról, homeopátiáról, orvosokról és magukat doktornak nevező emberekről, és rengeteg eltorzított kísérletről. A szerző több helyen is említi, hogy miután valaki elolvassa a könyvet, több tapasztalata lesz egy hiteles kísérlet összeállításában, mint némelyik elvégzett kísérlet lebonyolításában résztvevő

embernek. Itt meg lehet említeni egy közös pontot közöttük, mindegyiket úgy végezték el, hogy az pozitív eredménnyel záruljon, jelentsen is ez bármit. A lényeg számukra az, hogy minél nagyobb profitot termeljenek, még abban az esetben is, ha a gyógyszer vagy táplálékkiegészítő teljes mértékben hatástalannak bizonyult.

Az ilyen apróbb csalásokat egy témában járatos személy könnyen megtalálhatja, ha össze-



veti más kísérlet eredményével, de akad olyan helyzet, amikor ezt nem teheti meg, mert a kísérlet eredményeit titkosították, és a megtekintéséhez titoktartási szerződést kell aláírni. Ilyen az a kísérlet (a könyvben egy egész fejezeten keresztül tárgyalja a szerző), ami a halolajnak a tanulásra gyakorolt kedvező hatásáról szól. Jelen esetben szinte mindent elrontottak, amit csak el lehetett, a tudományos kísérlet követelményeit meg sem közelítették. Nem volt például semmiféle kontrollcsoport, akikkel az eredményeket össze lehetett volna hasonlítani, ennek ellenére a média már a kísérlet elejétől úgy nyilatkozott a halolajkapszulákról, hogy azok biztosan jól fognak szerepelni.

Ben Goldacre jártasnak mondható a különböző tudományos cikkek értelmezésében, mivel ő maga is számosat publikált már. Közírói pályafutása akkor kezdődött, amikor Oxfordban tanult orvostudományt, és ez idő alatt szerkesztője volt egy hallgatói újságnak. Miután befejezte tanulmányait Oxfordban 1995-ben, tovább tanult és a King's College Londonban mesterszakos diplomát szerzett filozófiából. A 2008-ban kiadott *Rossz tudomány* című könyvének előzmé-

nye 2003-ig nyúlik vissza, amikor a *Guardian* című napilapban egy heti rovatot indított *Bad Science* néven. Ez a rovat leginkább a médiára, a marketingre, a gyógyszeripar problémáira és az alternatív gyógymódokat használó orvosokra koncentrált. A könyv is az újságban megjelentetett cikkek hosszabb és javított változataiból áll össze, és az első kiadásában egy fejezet, név szerint a *Doktor pert akaszt a nyakadba* című, nem volt megtalálható, mivel akkor még pereskedett azzal az orvossal, akiről a cikket írta. Nem ez volt az egyedüli eset, amikor beperelték, de mind-egyiket sikeresen megnyerte.

Összefoglalva: ajánlom ezt a könyvet minden gondolkodó embernek. Attól nem kell tartani, hogy esetleg nem fogunk megérteni fontos részeket a könyvből, mivel a szerző teljesen közérthető nyelven írja le a történeteit és tapasztalatait a különböző témákról és személyekről, a tudományos cikkeket pedig csak hivatkozás szintjén írja bele a szövegbe. A könyv végén ezeket fejezetenkénti csoportosításban találjuk meg.

Ocskó Szilárd

A XV. VegyÉsztorna eredményei

A Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Karának Kémiai Tanszékcsoportja a 2012/2013-as tanévben tizenötödik alkalommal hirdette meg országos középiskolai feladatmegoldó versenyt, a VegyÉsztornát. A verseny öt fordulóból állt, alkalmanként nyolc-nyolc feladat volt kitűzve. Minden fordulóban 100 pontot lehetett elérni. A versenyre ebben a tanévben 76 tanuló nevezett be. Az alábbi táblázat helyezési sorrendben a legjobb húsz tanulót mutatja be. Ők valamennyien oklevelet kaptak, az első öt tanuló pedig a versenykiírásnak megfelelő pénzjutalomban részesült.

Emléklapot kaptak azok a tanulók, akik a verseny mind az öt fordulójában küldtek be megoldást. Ők a következők: Farkas Vajk, Halmi Dóra, Kanyó László, Koch Lilla, Kovács Zoltán Lehel, Márton Péter, Novotnik Erik, Pavlovics Dóra, Perei Kitti Andrea, Schneiker Anita, Sipos-Vajda Eszter, Sóvári Dénes, Tihanyi Áron, Toldi Fanni.

Minden kitartó résztvevőnek gratulálunk!

*A versenybizottság nevében:
Németh Veronika*

Helyezés	Név	Iskola	Város	Tanár(ok)
1.	Nagy Dóra	ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium	Budapest	Sebő Péter
2.	Szabó Attila	Leőwey Klára Gimnázium	Pécs	Dr. Nagy Mária Gabriella
3.	Palya Dóra	Karacs Ferenc Gimnázium, Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Püspökladány	Palyáné Berki Éva, Palya Tamás
4.	Egyed Bálint	Zrínyi Miklós Gimnázium	Zalaegerszeg	Tölgyesné Kovács Katalin, Halmi László
5.	Baglyas Márton	Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium	Bonyhád	Nagy István
6.	Sulyok-Eiler Máté	Eötvös József Gimnázium	Budapest	Dancsó Éva
7.	Varga Imre Károly	Herman Ottó Gimnázium	Miskolc	Juhász Attila, dr. Farkas Józsefné Vincze Szilvia, Vargáné Jacsó Hedvig
8.	Hegedűs János	Gárdonyi Géza Ciszterci Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium	Eger	Szilágyiné Békési Zsuzsanna
9.	Szanthoffer András	Eötvös József Gimnázium	Budapest	Dancsó Éva
10.	Mohai Miklós	Eötvös József Gimnázium	Budapest	Dancsó Éva
11.	Ábrahám Attila	Verseygy Ferenc Gimnázium	Szolnok	Pogányné Balázs Zsuzsanna
12.	Forman Ferenc	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Budapest	Balázs Katalin, Berek László
13.	Tóth Tamás	Tóth Árpád Gimnázium	Debrecen	Dr. Várallyainé Balázs Judit
14.	Lőrinczy Döme	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szeged	Hancsák Károly
15.	Ignác Gergő	Földes Ferenc Gimnázium	Miskolc	Endrész Gyöngyi
16.	Giricz Márton	Verseygy Ferenc Gimnázium	Szolnok	Pogányné Balázs Zsuzsanna
17.	Horváth Attila	Verseygy Ferenc Gimnázium	Szolnok	Pogányné Balázs Zsuzsanna
18.	Kovács Eszter	Dobó Katalin Gimnázium	Esztergom	Szarvas Zsuzsanna
19.	Hollós Éva	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szeged	Hancsák Károly
20.	Hodosi Elek	Verseygy Ferenc Gimnázium	Szolnok	Pogányné Balázs Zsuzsanna