

Középiskolai Kémiai Lapok



XLIV.

2017/4.



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTÉRIUMA



Nemzeti
Tehetség Program

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma,
a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémiatanári Szakosztállyának folyóirata

2017. október

XLIV. évfolyam

4. szám

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, MacLean Ildikó,

Dr. Pálinkó István, Dr. Róka András, Dr. Tóth Zoltán,

Dr. Varga Szilárd, Zagyi Péter

Szerkesztőség:

Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16.

E-mail: kokel@mke.org.hu 06-1-201-6883

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Androsits Beáta

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest Hattyú u. 16. II. 8. címre vagy átutalással a CIB
Bank Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi
jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2017. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tagjai számára kedvezményes előfizetési
díj: 3000 Ft.

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos
Széchenyi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archívuma
(EPA) archiválja.

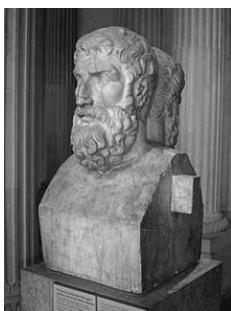
A címlapfotó Zwillinger Márton munkája.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit
tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel
– elektronikus, fényképezési úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül
közölni.

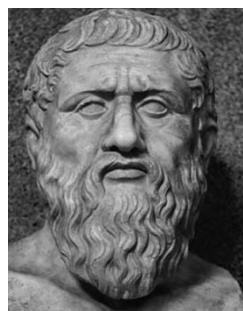
Schiller Róbert

Te miért gondolod, hogy vannak molekulák? Meg atomok is?

Elnézést a tegező megszólításért a címben – arra kívánnék csak utalni ezzel, hogy középiskolásoknak beszéltem erről, és nagyjából abban a szellemben, ahogy az a továbbiakban olvasható. Azt ugyanis föltettem, hogy minden diáknak tudja, egy vegyület valamekkora adagja – egy pohár víz vagy egy cukorkristály – nagyon sok egyforma molekula sokaságából áll. Ahogyan azt is, hogy az elemek meg atomjaik sokaságából állnak. A vegyületeket pedig elemek, tehát a molekulákat atomok építik föl. Ezzel a nagyon természetesnek tartott ismerettel kapcsolatban akartam kétségeket előkészülni az ifjú hallgatókban. Persze nem úgy, hogy végül az derüljön ki, tévedés az egész. Azt igyekeztem csak megmutatni, hogy okos kémiai kísérletek hogyan sugallták, kiváló elmék miért vonták kétségbe, nagyszerű fizikai elméletek, mérések és számítások hogyan bizonyították vagy éppen mennyiben cáfolták, majd hogyan tették teljesebbé, máshonnan származó ismeretekkel összhangzóvá azt, amit ma atomokról, molekulákról tudunk, gondolunk. Amiből persze egyebek mellett az is nyilvánvaló, hogy nem vagyunk az út végén – az ilyen útnak ugyanis nincsen vége.



Epikurosz, aki szerint csak atomok vannak és az ūr.



Parmenidész, aki szerint nincsen ūr



Robert Boyle a fizikai kémia atya

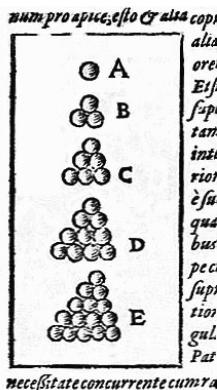
A történetet, tudjuk jól, a görögök kezdték. *Epikuros*, aki szerint a világot a minden létezőt, soha nem keletkezőt, el soha nem pusztuló atomok alkotják – nincsen más, csak atomok és közöttük az űr. Ahogyan a római költő, *Lucretius* fogalmazta (Tóth Béla fordítása): *Nincsen azonban a minden sételetömve anyaggal, / Mert hisz üresség is van mindenben, mit a szem lát.* Ez a mondás más görögök véleményével szállt vitába, azokéval, akik azt mondták, hogy űr nem létezik, hiszen azt el se lehet gondolni. Ezen a módon, a kísérletezés gondolata nélkül, legfeljebb véletlen megfigyelésekre hagyatkozva, pusztán töprenedés útján nyilván nem lehetett eldönteni a kérdést. De föltenni a kérdést, érvelni mellette és ellene nagyon is lehetett.

A középkort szemmel láthatóan nem nagyon érdekelte az anyag szerkezete. Sokkal szellemibb: teológiai és filozófiai problémákat, vagy ellenkezőleg, közvetlen gyakorlati feladatokat akartak megoldani. A kérdés csak a XVI. században került elő újra. Ez *Huygens* és *Newton* ideje, amikor megszületett a mechanika tudománya, fellépett a természet leírásában a szigorú matematikai gondolkodás igénye. *Robert Boyle*, akit joggal tekintünk a fizikai kémia atyjának, természletesnek tartotta, hogy a születő mechanika elveit alkalmazza a kémia jelenségeire. Mechanikának akkor a testek mozgására vonatkozó tudományt értettek. Milyen testekre gondolhatott a vegyész? Neki a testek belsejében lejátszódó folyamatokra kell magyarázatot találnia. Boyle ezt írta: „*A korpuszkuláris [vagyis] mechanikai filozófia [célja, hogy] kísérletek segítségével tegyem valószínűvé, lehetséges-e az, hogy szinte minden minőséget mechanikai úton hozzunk létre – úgy érvé, hogy másra ehhez nincsen szükség, mint az anyag saját részeinek mozgására, méretére, alakjára és szerkezetére.*”

Az anyag saját részei – felújította ezzel a programmal Boyle az atomelméletet? Vagy még inkább: megalapozta mai felfogásunkat? Nem hinném; nincsen itt szó oszthatatlanságról, állandóságról, átalakulásról vagy át nem alakulásról, még a részek összetételéről se beszél. Mindössze az a célja, hogy a mechanika frissen felismert törvényeit és módszereit alkalmazza, hogy megmutassa, jó dolog a mechanika a vegyésznek is, már amennyiben léteznek ilyen apró részek.

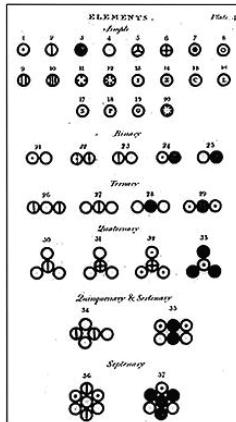
Hogy léteznek-e, csak *sejteni* lehetett ebben a korban; sejtésen azt érvé, hogy vannak olyan megfigyelések vagy kísérletek, amelyeket

könnyebb értelmezni, ha léteznek atomok, mint úgy, ha tagadjuk a létezésüket. *Kepler* egy téli napon a prágai Károly-hídon sétálva észrevette, hogy ugyan nincsen két egyforma hópehely, de mindegyikük hatszoros szimmetriájú (van egy tengely, amely körül forgatva a kristályt, minden 60°-os elfordítás után ugyanazt a képet látjuk). Hogyan lehet ezt megérteni? Például úgy, hogy *feltezzük*, a víz kis gömbökből áll. Ha ezeket szorosan egymás mellé illesztjük, hatszöges szimmetriájú testet nyerünk. Kepler erről egy rövid tanulmányt írt, ezt adta egy barátjának újévi ajándékul. Bőkezű barát volt.



Egy ábra Kepler tanulmányából a hókristályok atomi felépítéséről

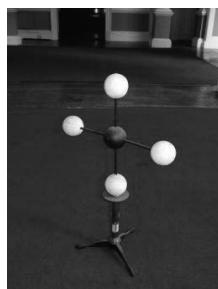
Ebben az időben azonban a fizikának nincsenek, és még a rákövetkező században sem lesznek módszerei az atomok, molekulák léteénék bizonyítására. Az atomelmélet a vegyészek kezébe került. A vegyületek tömegének és térfogatának viszonyait vizsgálták, és megbűvölte őket, hogy kis egész számokra találtak. Hogy a szén-dioxidban pontosan kétszer nagyobb az oxigén tömege a szén tömegéhez viszonyítva, mint a szén-monoxidban; vagy, hogy a hidrogén-peroxidban fele olyan tömegű hidrogén van az oxigén tömegéhez képest, mint a vízben. *Dalton*, aki természetesnek tartotta az atomok létezését, örömmel magyarázta ezeket a megfigyeléseket azzal a *feltevéssel*, hogy a vegyületek részecskéit egymáshoz kapcsolódó atomi golyócskák alkotják.



Egy lap Dalton könyvéből – atomokból molekulák

Hasonló eredményre jutott *Avogadro* a reagáló gázok térfogatával kapcsolatban. Ő azt vette észre, hogy például egy térfogatrész oxigénből és két térfogatrész hidrogénből két térfogatrész víz keletkezik; meg hogy egy térfogatrész klórgáz és egy térfogatrész hidrogéngáz két térfogatrész sósavgázzá egyesül. Ilyen eredmények birtokában joggal *hihette*, hogy minden gáz móltömegnyi mennyiségeben ugyanannyi részecske van.

A vegyészek szorgalma és kísérletező kedve egyre több fogalmat tisztázott. Megszületett a vegyérték fogalma, kiderült például, hogy a szénnek négy vegyértéke van (vagyis négy hidrogénatomot tud megkötni), és az is, hogy ezek a vegyértékek mindenben egyformák. Könnyű volt ezért a metánmolekulát ilyen alakúnak képzelni.

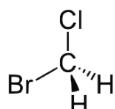


Metánmolekula modellje a XIX. század közepéről

Könnyű volt, tévedés volt. Ha helyes lett volna, úgy például a CH₂ClBr összetételű klór-bróm-metánnak két változata (későbbi szóval két izomerje) léteznék. Ez a kettő:



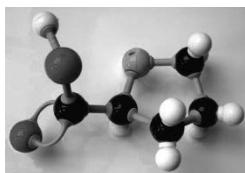
De ennek a vegyületnek nem ismerjük két izomerjét. Úgy látszik ebből, helytelen volt a fenti modell. Nem síkban kell elgondolni a négy vegyértéket, hanem úgy, hogy azok egy tetraéder csúcsai felé mutatnak. Ilyennek kell ez a vegyület gondolni:



Ez az *elképzelés* már összhangban áll azzal, hogy a CH₂ClBr tapasztalati képletnek csak egyetlen atomi elrendezés, egyetlen izomer felel meg.

A szénatom vegyértékeinek ez a geometriája, a tetraéderes modell, *Le Bel* és *van't Hoff* eszméje, nagyon termékenynek bizonyult. A szerves vegyületek felépítését ilyenek gondoljuk, sok észleletet lehet megmagyarázni a segítségével. Nemcsak azt, ha kevesebb izomert találunk, mint a síkbeli elrendezés alapján várnánk, azt is, ha többet. Az optikai izoméria esetére gondolunk itt; erről a nagyon fontos területről azonban nem írunk most.

Mindezek alapján ilyen kézbe vehető, forgatható, nézegethető modelleket szoktak készíteni a kémia XIX. századi klasszikusainak a nyomán.



Molekulamodell

A különböző színű golyók különböző atomfajtákat jelölnek (ezen az ábrán a szén fekete, a hidrogén fehér, az oxigén piros, a nitrogén kék), a kémiai kötésekkel pedig a szürke pálcák vagy ívek jelenítik meg. Szép, szemléletes ez a módszer. Sok minden meg lehet érteni a segítségével. Éppen csak azt nem bizonyítottuk eddig, hogy igazak azok a sejtések, amelyeken alapszik.

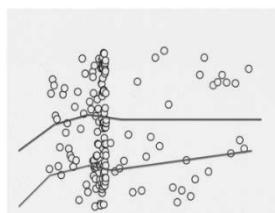
Nagyon sok ellenzője volt annak a felfogásnak, amit ez a modell kifejez, már a kezdetek kezdetén is. Nem is akárkik voltak ellene. A leghatározottabban egy oxfordi kémiprofesszor, *John C. Brodie* kelt ki magából. Azt írta: „*Az atomelmélet teljességgel materialista asztalos-munka.*” (Ez a szó akkor erős sértésnek számított.) Látott ugyanis egy olyanfajta modellt, mint a fenti, és mérhetetlenül felháborította, hogy ilyen, fagolyókból és drótokból összegányolt tákolmányról kelljen azt hinnie, ez minden kémia alapja. *Faraday* véleménye se volt jobb: szerinte Dalton elmélete nagyon ügyetlen hipotézis. És „*ő maga már kinőtte az atom fogalmát.*” Ezek igényes gondolkodók voltak, és jól tudták, pusztán az, hogy egy modell alkalmas néhány jelenség magyarázatára, még nem bizonyítja, hogy az igaz is.

Ráadásul kezdetben az sem volt egészen világos, hogy mit is jelentenek a szavak. A nagy szerves kémikus, *Kekulé* így kétségeskedik: „*Nem állapították meg, hogy az anyagnak az a legkisebb része, amely reakcióba lép, ugyanaz, mint az anyagnak az a legkisebb része, amely a hőjelenségekben szerepet játszik.*” Vagyis nem tudni, vajon vegyészük és fizikusok ugyanarról beszélnek-e, ha azt mondják, atom vagy molekula. Ezt az atomok mozgásának elméletét kidolgozó, a hőjelenségeket így magyarázó nagy teoretikus, *Maxwell* sem tudta biztosan. Óvatosan csak annyit írt: „*A matematikai vizsgálatok szempontjából nem lényeges feltételeznünk, hogy a molekulák atomokból állnak.*” Ezeket a kétségeket a kémia, a nagy szorgalommal végzett analízisek és szintézisek sokasága eloszlatta. Ettől a fogalmak tisztázódtak ugyan, világosabbá lett, hogy mit állít az atomelmélet. De igazi bizonyítéknak az elmélet még mindig híjával volt.

Igazi bizonyítéakra csak *Einstein* talált a múlt század elején. Ha az anyagok valóban atomok, molekulák sokaságából állnak, úgy az anyag állapota, minden tulajdonsága az őt felépítő részecskék tulajdonságainak az átlaga. A nyomás a részecskéknek az edény falára kifejtett átlagos erejéből származik, a hőmérséklet a molekulák energiájának

átlagát méri, a sűrűség azt, hogy egységnyi térfogatban átlagosan mennyi részecskét találunk. Ha ez így van, akkor egyik-másik helyen vagy egyik-másik pillanatban az átlagostól eltérő erőt, energiát, sűrűséget kell tapasztalnunk. Az átlag attól átlag, hogy vannak eltérések tőle. A mérhető mennyiségek az átlagértékük körül ingadoznak, fluktuálnak.

Például kell lennie kisebb meg nagyobb sűrűségű tartományoknak is minden anyagban. Vannak is – ezektől kék az ég. Ezt próbálja meg szemléltetni az alábbi ábra.



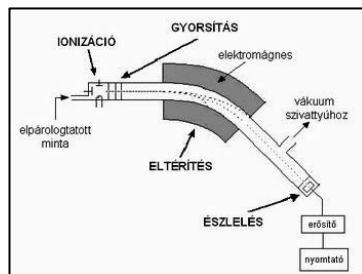
Különböző színű fénysugarak útja eltérő sűrűségű gázrétegekben

Különböző sűrűségű gázrétegeken áthaladva, a fénysugár útja megtörök; minél sűrűbb az anyag, annál nagyobb a törési szög. Ez azonban még a színtől, tehát a fény hullámhosszától is függ: a kék fény jobban, a vörös kevésbé törik. Általában, minél rövidebb a hullámhossz, annál nagyobb a törés. Ezt – törési szög, hullámhossz és gázsűrűség összefüggéseit – már régebben is jól ismerték. Amit ezen felül fel kellett ismerni, az az ingadozások törvénye; annak a megjósłása, hogy milyen módon, milyen mértékben tér el a sűrűség az átlagostól, ha a gáz atomos szerkezetű.

Einstein meghatározta az ingadozások törvényét, alkalmazta a fénytörés törvényeit, és ebből meghatározta a sokszorosan megtört, vagyis szóródott fényben a különböző hullámhosszúságú sugarak arányát, egyszerűen szólva a szort fény színét. Az pedig – tekintetbe véve a levegő tulajdonságait – megegyezett az ég színével. Bizonyítékához ért tehát az űsi sejtés: *az anyag atomos szerkezetű, mert a tulajdonságai ingadoznak; ilyesmire pedig csak részecskék sokasága képes.*

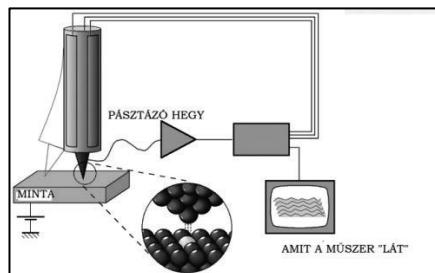
Most már arra is kísérletet tehettek a kutatók, hogy egyesével kézbe vegyük (Pontosabban szólva, műszereikkel megragadják) az atomokat.

A tömegtömegspektrométerek nevezett berendezés alkalmas erre. Ebben egy gáz vagy gőz részecskéinek elektromos töltést adnak (ionizálják az atomokat, molekulákat), majd elektromos és mágneses tereken hajtják át az ionokat. A mágneses tér meggörbíti az ionok pályáját, azonban minél nehezebb egy részecske, azt annál nehezebb eltéríteni. A részecske tömegét ki lehet számítani abból, hogy a cső végén melyik pontban észlelik az érkezését. Az így meghatározott tömegek nagyon jól egyeznek azokkal a mennyiségekkel, amelyeket a vegyészek atomsúlyoknak, mólsúlynak neveztek már régtől fogva.



A mágneses tömegtömegspektrométer vázlatá

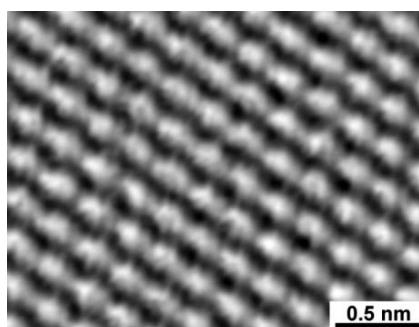
Ez megnyugtató és bizonyító erejű tapasztalat. De mindenkiünk természetes és persze naiv törekvése, hogy ne csak következtessünk a létezésére, hanem lássuk is azt a dolgot, amiről beszélünk. Látásról persze erős megszorítással szólhatunk csak. Olyasmit, ami a látható fény hullámhosszánál jóval kisebb, szemmel látni képtelenség. Hagyományos optikai mikroszkópjaink nagytávolságának is ez szab határt. De mégis, próbálunk csak valamit! Nézzük meg a pásztázó alagút mikroszkóp nevű műszer vázlatát!



Pásztázó alagútmikroszkóp

A pásztázó hegységben nagyon hegyes – leggyakrabban egy wolfram tű, amelyet olyan ügyesen munkálnak meg, kémiai maratással, hogy a legvégre csak egyetlen atom jut. A tűt a vizsgálandó felülethez nagyon közel viszik – ügylenek arra, hogy hozzá ne érjen, de elég kicsi legyen ahhoz a távolság, hogy a felületről a tűre elektronok léphessenek át. Alagúteffektusnak hívják azt a folyamatot, amelynek jóvoltából az elektronok átjutnak a tűre. (Ezt már nem magyarázzuk meg itt. Tessék az Internethez vagy könyvekhez folyamodni ebben a kérdésben is, akár csak a többiben, amelyet csak megemlíttünk az előzőekben, anélkül, hogy becsületesen elmagyaráztuk volna, miről van szó.)

Minél közelebb van egymáshoz tű és felület, annál nagyobb az elektronok árama. Mivel a tű hegye atomi méretű, ezért a felület atomi méretű hegyeit-völgyeit tudja feltérképezni, ahogyan végigpásztázza a mintát. A műszer végül ilyen ábrát jelenít meg.



Grafitkristály felületének alagútmikroszkópos képe

A domborulatok egy-egy szénatomot képeznek le. Az az érzésünk valóban, hogy látjuk a grafit felületét felépítő atomokat. Azért óvatosan örüljünk csak! Gondoljuk csak el, mennyi bonyolult fizikai jelenség, mennyi elektronikus lelemény kell ahhoz, hogy létrejöjjön az, amit végül itt látunk. Az atomok itt sem lesznek szemmel láthatóvá.

Röviden tekintsük át, miről is írtunk!

- Az antik természettudósok feltették a kérdést: vannak-e atomok. Szerencsére nem találtak rá egyértelmű választ, ezért évszázadokra való gondolkodni- és kutatnivalót hagytak utódaikra.
- Boyle arra törekedett, hogy a mechanikát tegye a kémia alapjává.

- Dalton, Avogadro és utódai úgy látták, jól meg lehet érteni a kémiai jelenségek egy részét, ha felteszik, léteznek atomok.
- Az első bizonyítékot a létükre az ingadozási jelenségek segítségével találtak; a fényszórással kapcsolatos tapasztalatokat így kell értelmezni.
- Az atomokat, molekulákat egyesével is meg tudták-tudják figyelni, például tömegspektrométer vagy pásztázó alagútmikroszkóp segítségével.

Végigtekintve ezen az úton, szinte azt mondhatjuk, a kétélyek legalább annyival vitték előre a megismerést, mint a bizonyítékok.

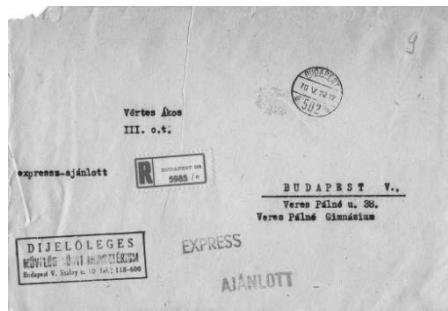
Ezzel minden tudunk, minden elmondunk az atomokról, molekulákról? Ez a kutatása befejeződött? Világos, hogy ez nincsen így. Az atomokat összetartó erőkről helyes fogalmaink csak a múlt század húszas évei óta lehetnek, amikor a fizikusok megalkották a kvantummechanika elméletét. Ezek az ismeretek még ma is gyarapodnak, mélyülnek. Aztán milyen szerepe van a molekulák keletkezésében és tulajdonságaiban a térbeli szerkezetnek? (A tavalyi kémiai Nobel-díj ép ilyen eredményeket ismert el.) Milyen erők hatnak a molekulák között? Hogyan épülnek fel belőlük a folyadékok, kristályok? Mi történik a molekulákkal a kémiai átalakulások alatt? A válaszokat rendre megtalálják a kutatók. A kérdések azonban, úgy látszik, a válaszoknál gyorsabban szaporodnak.

Mi lett belőled ifjú vegyész? – Vértes Ákos, a George Washington Egyetem kémiaprofesszora

Június utolsó napján 2017-ben, itt ülöök Washington egyik külvárosában az íróasztalomnál, és emlékeimben kutatok egy rég letűnt kor régi történései után. Megpróbálom visszaröpíteni magam majd egy fél évszázaddal ezelőtte, 1970-be, a diadalmas gimnáziumi évekbe, amikor minden téren sebezhetetlennek és legyőzhetetlennek gondoltuk magunkat. A Veres Pálné Gimnázium kémia-fizika tagozatos III. d osztályába jártam, és május vége felé egy expressz-ajánlott levél érkezett a Művelődésügyi Minisztériumból. Ebben értesítettek, hogy kiválasztást nyertem a Magyar Népköztársaság csapatába a III. Nemzetközi Kémiai Olimpiára. A nagy izgalom és megtiszteltetés mellett kis csalódás volt, hogy ebben az évben a „nemzetközi” olimpia Budapesten került megrendezésre. Sebaj, a nemzetközi csapat többi tagjával együtt beköltöztem az MSZMP Pártfőiskola bentlakásos részlegébe, ahol a kamasz gyomrot is kielégítő kitűnő kosztban volt részünk. Na de ne vágunk az események előre, mert a májusi értesítés és a júliusi oklevél között kemény felkészülés várt ránk.

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?

A III. Nemzetközi Kémiai Olimpián hétféle ország versenyzői vettek részt, Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, Magyarország, az NDK, Románia és a Szovjetunió képviseltette magát. A magyar színeken legjobb barátom, Irinyi György és jómagam a budapesti Veres Pálné Gimnáziumból, valamint Kilár



Ferenc és Lex László a pécsi Nagy Lajos Gimnáziumból indultak. A csapatba részben az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen elért eredményeim miatt választottak be, ahol abban az évben kémiából hetedik helyezést értem el. Ez akkoriban automatikus egyetemi felvételt is jelentett. Az olimpián a nem hivatalos rangsorolásban a mi csapatunk harmadik helyet ért el, és júliusban az oklevelet Polinszky Károly művelődésügyi miniszterhelyettestől vettük át.

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

A felkészülés két lépcsőben folyt. Először gimnáziumi szinten feladatmegoldással és kémia szakköri kísérletekkel készültünk a versenyre. Tanáraink, Szundy Gizi néni és Barátosi Piroska lelkesedéssel vezettek be minket a kémia rejtelmeibe, és rendszeresen elnéztek kamaszos csínytevéseinket. A tanórákon kívül a kémia szakkörben gyarapítottuk tudásunkat, ahol Szundy Gizi néni vezetésével nehezebb problémák megoldásával és agyafúrtabb kísérletekkel tettük próbára tudásunkat.

A második szakaszban, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Általános Kémia Tanszékén vettünk részt intenzív felkészítésben. Itt Szepes László és Hartmann Hildegard segített minket, most már egyetemi elvárásokkal. Az emelt szintű feladatmegoldáson kívül a kísérletes munka a minőségi és mennyiségi elemzésre koncentrált.

Milyen indíttatásból kezdtél el a kémiával komolyabban foglalkozni?

A budapesti Irányi Utcai Általános Iskolában kezdődött a kémia iránti érdeklődésem. Ötödikesek lehettünk, amikor legnagyobb megdöbbenedésre egy barátom, Basch Laci azt mondta, hogy a sósav feloldja a vasat. Ez sehogysem fért a fejembe. Hogy lehet egy erős szerkezeti anyagot, amit emberi erővel is nehéz meghajlítani, „eltüntetni” egy egyszerű folyadékkal. Talán ez volt az első találkozásom egy kémiai reakcióval. Ezt követően Irinyi Gyurival rendszeres kísérletezést folytattunk otthon a konyhában. Olyan alapanyagokból indultunk ki, amit akkoriban a gyógyszertárakban be lehetett szerezni. Például nagy érdeklődéssel figyeltük a lila ködöt, amit a kálium-permanganát és glicerin vegyítése eredményezett. Gyógyszertárakon kívül a Nagykörúton található vegyszertboltban próbáltunk reagensekhez jutni, de

ehhez többnyire vegyszerengedély kellett. Az ELTE mellett a Rákóczi úton volt egy tanszerellátó bolt, ahol kémcsövet, lombikot vettünk.

Általános iskolai kémiatanárunk, Móró Lajosné korán felfigyelt érdeklődésünkre és külön feladatokkal is ellátott minket. Egy emlékezetes alkalommal Gyurival a kémiaszertár rendbetételét vállaltuk el, miközben a tanáriban az osztályozó konferencia zajlott. Egy régi, büdös, címkéjét vesztett üveget akartam kimosni, amikor nagy meglepetésünkre az üveg tartalma a csap alatt bugyborékolni kezdett. Ekkor már tudtuk, hogy valószínűleg részlegesen oxidálódott nátrium volt az üvegben. Mielőtt bármit is tehetünk volna, az üveg tartalma lángra lobbant és egy robbanással szétvettette a lefolyókagylót. Ekkor az egész romhalmazt beszortuk homokkal és a tűz kialudt. Móró tanárő behívatta a szüleimet, de ők sajnos éppen hosszú utazáson vettek részt...

Mi viszont Gyurival kiolthatatlan érdeklődéssel folytattuk a konyhai kísérleteket. Az új cél elemi magnézium előállítása volt, mivel a magnézium égése lenyűgöző fényt bocsátott ki. Magnézium-oxidból próbáltunk kiindulni (a gyógyszertárban kapható volt). Persze akkor eszközeinkkel ezt a feladatot nem tudtuk megoldani, de a sok sikertelen kísérletből rengeteget tanultunk.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Nem hiszem, hogy akkoriban a KÖKÉL már létezett¹. Mi a Középiskolai Matematikai Lapokat olvastuk, és több osztálytársunkkal nagy lelkesedéssel vettünk részt a fizika problémák megoldó versenyén. Akkoriban a válaszokat postán kellett beküldeni, ha jól emlékszem péntek éjfeli határidővel. Olyan későn már csak a főposta volt nyitva a Nyugati pályaudvarnál, így oda jártunk villamossal feladni a megoldásokat. Ezek az intellektuális kihívások nagyban hozzájárultak a szellemi fejlődésünkhez. A problémamegoldó készségünket ezek a fizikafeladatok új szintre emelték, és az egymás közötti versengés állandó motivációt jelentett. Ekkor már tudatosan tanultunk új matematikai módszereket. Órákig olvastunk egyetemi tankönyveket a

¹ A KÖKÉL elődjét, a Kémiaversenyzők Híradója című kiadványt 1974-ben indította útjára Várnai György (*a szerk.*).

könyvesboltokban (megvenni nem volt pénzünk), és a tananyagon túlmutató differenciál- és integrálszámítás alapjaival ismerkedtünk.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elérte eredmények?

A versenyeken elérte eredmények megerősítették elhatározásomat, hogy kutatói pályára menjek. Ez Budapesten az ELTE vegyész szakát jelentette. Bár otthonról nyomás nehezedett rám a mérnöki pálya irányába, elhatározásom tántoríthatatlan volt. Gyakorlati értelemben is segítséget jelentett, hogy az OKTV-n első tíz között végzett diákokat automatikusan felvették a tárgynak megfelelő szakra. Ezt a feltételt a középiskolában kétszer is teljesítettem. Így kötöttem ki a vegyész szakon.

Az egyetemi évek alatt rengeteget tanultam a rendes tananyagon túl is. Matematika, fizika, filozófia és logika kurzusokat vettem fel legendás oktatókkal a természettudományi, bölcsész és jogi karon. Például vektorszámítást tanultam Jánossy Lajos professzortól és axiomatikus halmazelméletet hallgattam Juhász István kurzusán. A kémiai szaktárgyak közül leginkább a fizikai kémia, kémiai kibernetika és kvantumkémia érdekelte. Diákkori munkám keretében statisztikus termodinamikát Beke Gyulától tanultam, számítógép-programozást és kísérlettervezést Holderith Józseftől, és a CNDO/2 szemiempirikus program nyílt héjú rendszerekre való kiterjesztésén Török Ferenc professzorral és Pulay Péterrel dolgoztam.

Mindeközben állandóan fontolgattam, hogy átváltok a fizikus szakra. A motiváció az egzaktságra és pontos matematikai leírásra törekvés igénye volt. Ezt a tervemet végül nem adtam fel, mert miután 1976-ban a vegyész szakot befejeztem, a fizikus szakot is elvégeztem.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?

Tehát, mint említettem, két diplomám van az ELTE-ről, kémiából és fizikából. Az egyetemi doktori fokozatot fizikai kémiából 1979-ben szereztem meg. „Anomális elektron- és protontranszport kondenzált fázisokban” című kandidátusi értekezésemet 1985-ben védtettem meg kémiából, és 2001-ben megszereztem az MTA doktora címet a

„Plazmagerjesztéses és kíméletes ionizációs módszerek alkalmazása atomionok és ionizált nagymolekulák keltésére” disszertációval.

Jelenleg a washingtoni George Washington Egyetem kémiaprofesszora vagyok. Érdeklődésem a kémiai módszerek biológiai, orvosi és energetikai alkalmazása felé tolódott. Kutatási területeim közül jelentősebbek a tömegspektrometriás eszköz- és módszerfejlesztés biológiai szövetek molekuláris leképezésére, és egyedi sejtek vizsgálatára irányuló törekvések. Jelenlegi legnagyobb projektemben nagyteljesítményű rendszerbiológiai módszereken dolgozom új gyógy-szerek és mérgező anyagok hatásmechanizmusának gyors felderítésére. Eredményemet több mint 150 folyóirat-publikációban, két könyv szerkesztőjeként és 17 elfogadott szabadalom feltalálójaként tettem közzé. Egyik találmányom, a biológiai sejtek és szövetek közvetlen analízisét lehetővé tevő „laser ablation electrospray ionization (LAESI)” módszer elnyerte az angliai The Scientist folyóirat „Top 10 Innovations of 2011” díját és a feltalálói Oscar-díjnak számító USA-beli „R&D 100 Award” 2012-es díját.

Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat (hazait, külföldit)?

Szerencsére kutatási támogatásban és szakmai elismerésben nincs hiány. Jelenleg az Amerikai Egyesült Államok kormánya évi több millió dollárral segíti kutatásaimat. A megbízások három forrásból jönnek. Az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának kutatási csúcs ügynöksége, a DARPA, a rendszerbiológiai munkámat támogatja, míg az Energiaügyi Minisztérium (DOE) és az USA Nemzeti Tudományos Alapja (NSF) a biológiai nitrogénmegkötés mélyebb megértésére irányuló, növénybiológusokkal együttműködésben végzett kutatásaimat finanszírozza.

A szakmai elismerések közül a következőket szeretném kiemelni: a GWU Distinguished Researcher Award (2016), Fellow of the US National Academy of Inventors (2013), Hillebrand Prize (American Chemical Society, 2012), és az Oscar and Shoshana Trachtenberg Prize for Scholarship (GWU, 2007). Ezenkívül a Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich) vendégprofesszora és a Lawrence Berkeley National Laboratory vendékgutatója is voltam.

Itt még megemlítem, hogy bár a díjak és elismerések jól hangzanak, az igazi elégedettséget a szellemi kaland és a jól végzett munka adja.

Nincs az a titulus, kupa, érem vagy serleg, ami igazán kifejezi az átdolgozott éjszakák, munkával töltött hétvégék, és igen, a család életében kihagyott idő értékét. A díjakról az afrikai gyarmatosítók cinizmusa jut eszembe, akik üveggyöngyökért vettek meg országokat.

Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?

Nem vagyok nagy kedvelője a példaképeknek, mert általában kiragadják egy személy valamelyik kívánatos tulajdonságát és elhanyagolják az emberi komplexitást. Az ily módon egydimenzióssá egyszerűsített egyén általában félreérte és félremagyarázott.

Az egyetem elvégzése után nagy hatással volt rám Polányi János, a kémiai Nobel-díjas kanadai magyar vegyész, a Torontói Egyetem professzora, aki reakciódinamikával foglalkozott. A kémiai folyamatok lényegét keresve könnyű eljutni az elemi reakcióig. Friss diplomásként arról álmodoztam, hogy az elemi reakciókat két molekula ütközésére lecsupaszítva a kémiai folyamatok új, mélyebb értelmezéséhez juthatunk. Ezt látszott megvalósítani Dudley Herschbach, és Yuan T. Lee keresztezett molekulásugaras kísérlete, amiben egyszerű kis molekulák reaktív ütközéséről példátlanul részletes információkat gyűjtöttek. Herschbach és Lee Polányival együtt kapták meg az 1986-os Nobel-díjat. Polányi az infravörös kemilumineszcenciás módszer kidolgozásáért részesült az elismerésben, ami lehetővé tette az elemi reakciókban felszabaduló sugárzás detektálását.

Bár igen tisztelem Polányi professzor úr munkáját, nem nevezném őt példaképemnek, mert nem tudok eleget Polányiról, az emberről.

Mit üzenesz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Ne az üveggolyókra figyelj. A komoly munka önmaga jutalma.

Mi az, amit minden képp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Pl. Mi a hobbid - a kémián kívül? Van-e kedvenc anyagod (ha igen, miért éppen az)? (Ill. bármi, amit szívesen megosztanál a KÖKÉL olvasójával.)

Azt hiszem sikerült lefestenem egy szakbarbár életútját. De ez csak a látszat. Életem jelentős részét tölti a családommal és barátainkkal töltött idő. Három nagy lányom van, akikre büszke vagyok, igazából rájuk vagyok a legbüszkébb, habár ezt a nevelésük során nem mindig

mutattam ki. A legidősebb, Dóri, a belgiumi Louvain-la-Neuve-ben él, és szemorvosként vezeti saját rendelőjét. Petra, a középső, Londonban él, és Cambridge-ben dolgozik mint biofizikus, a Cambridge-i Egyetem Viselkedési és Klinikai Neurológiai Intézetének Agyleképezési Csoportjában. A legkisebb, Klara most fejezte be a középiskolát, és képzőművészeti tanulmányait ósztól a brooklyni Pratt Intézetben folytatja. Feleséggel, Beckyvel lázasan tervezük újfent nyert szabadságunk értelmessé tételeit.

Mestersége kémiatanár - Prákai Szilveszter

Bemutatkozás

A vajdasági Temerinben születtem 1950-ben. Az általános iskola elvégzése után Szabadkára kerültem, ahol az Építészeti és Technológiai Iskolaközpontban érettségiztem, ami vegyésztechnikusi végzettséget is jelentett. Tanulmányaimat Szegeden folytattam, és a József Attila Tudományegyetemen 1975-ben kémiafizika szakos tanárként végeztem. Feleségem angol-magyar szakos középiskolai tanár, két lányunk van, az idősebb közgazdász, a fiatalabb jogász, mindenketten Budapesten dolgoznak, tavaly pedig megszületett első unokánk.



1976-tól két évig Makón dolgoztam, a Juhász Gyula Szakközépiskolában tanítottam, illetve a Mező Imre Kollégium nevelőtanára voltam. 1978-ban kerültem Szegedre a Fodor József Élelmiszeripari Szakközépiskola kollégiumába. Mivel csak néhány órát kaptam az iskolában, szabadidőmet nyelvtanulásra (angol), időnként fordításra, tolmácsolásra (szerb-horvát) fordítottam, valamint elolvastam a világirodalom (elsősorban Szerb Antal szerint) fontosabb prózai alkotásait, irodalmi esszéit. A kollégiumi nevelői munkának köszönhetek egy remek tanévet: feleségem egyéves ösztöndíjjal Londonban tanulhatott, így én imádott kislányaim „főállású” apukája lehettem, ami iskolai munka mellett nagyon nehéz lett volna.

A Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumban 1988-tól egy évig óraadóként, később főállásban kémiát tanítottam nyugdíjazásomig. A sors ajándéka volt, hogy a 2001-ben tragikus hirtelenséggel fiatalon elhunyt Meleg István kollégája lehettem, akitől nagyon sok szakmai segítséget kaptam, a mellette eltöltött tizenkét esztendőt folyamatos továbbképzésnek tekintettem. Tanítottam levelező tagozaton, 7. és 8. osztályokban, általános tantervű osztályokban és 1997-től 2013-ig

(nyugdíjazásomig) a speciális biokémia tagozaton. Az eddigiek nél jóval több munka, a nagyobb felelősség ösztönzőleg hatott rám, egyre jobban élveztem a tanítást. Tanítványaim tanulmányi, és versenyeredményei (számukra is) visszaigazolták azt, hogy megéri dolgozni, az értelmes munkának mindig van értelme és eredménye. Tanári pályám legszebb évei voltak ezek, azért is, mert mi, a kémia munkaközössége tagjai (amelynek tizenöt évig vezetője voltam) barátok voltunk és vagyunk, segítettük egymás munkáját, nagyon örültünk egymás eredményeinek, együtt jártunk versenyekre, kirándulásokra, és együtt dolgozunk a Meleg István Alapítvány által 2002 óta évente megrendezésre kerülő, általános iskolások számára meghirdetett, többfordulós feladatmegoldó verseny versenybizottságában.

Elismerések

2006.

Oklevél az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen végzett többéves, tehetséggondozást segítő munkájáért.

2012.

Rátz Tanár Úr Életműdíj

2013.

Bonis Bona A Nemzet Tehetségeiért díj (Kiváló versenyfelkészítő kategória)

Milyen diák volt? Voltak például csínytevései, kapott-e intőket?

Az általános iskolai eredményeim alapján szüleim elvárták a további jó tanulmányi eredményeket, de azt is tudtam, hogy ez leginkább a saját érdekiem. Az órákon minden figyeltem, hogy otthon minél kevesebbet kelljen készülni, így a tanulással minden rendben volt, minden mást pedig, szülői felügyelet híján, belátásom szerint intézhettem, és ezt nagyon élveztem. Atlétika és szertorna edzésekre jártam, fociztam, érdekkelt a film, a színház, az irodalom, a vallás, és persze nagyon sokat buliztam. Sokat „politizáltunk”, főként irodalom-, történelem-, és osztályfónöki órákon. Megvetettünk szinte minden, ami baloldali ideológiából fakadt, a létező szocializmusokat, minden diktatúrát. Hétvégeken a Szabad Európa Rádiót hallgattuk (Slágerparti Cseke Lászlóval), koncertekre jártunk és (a mai tinik kifejezésével)

csajoztunk ezerrel. Jó tanuló voltam, de nem jó gyerek. Például egyik évben én kaptam a Bruck-díjat, az iskola legjobb kémikus tanulójának (jelentős pénzjutalommal) járó elismerést, aminek több mint felét még aznap este elbuliztuk a barátaimmal. Sokszor volt külön beszéde velem a tanárokknak, egy alkalommal pedig igazgatói figyelmezhetést is kaptam, mivel mint osztálytitkár nem akadályoztam meg (sőt szervezője voltam) egy dolgozatról történt kollektív lágásnak.

Miért választotta a tanári pályát? Miért éppen a kémia tantárgyat választotta?

Mivel a középiskolában a kémia és a kémiai technológiák voltak a fő tantárgyaink, vegyész szakra jelentkeztem, de adminisztrációs hiba miatt kémia-fizika szakra vettek fel. Amikor szeptemberben kiderült, hogy tanárszakról van szó, mivel a fizikát is nagyon szerettem, megtetszett az ötlet, és nem kértem az egyébként nem egyszerű változtatási eljárást.

Milyen tervekkel vágott neki a pedagógusi pályának? Mennyiben valósultak meg ezek?

Egyetemistaként olyan tanár szerettem volna lenni, akinek világos magyarázatai alapján megértik az anyag szerveződési szintjeit, a szerkezet és tulajdonságok közötti összefüggéseket, a kémia és a fizika kultúrtörténeti, gazdasági és ipari jelentőségét, valamint a természettudományok között betöltött különös összekötő szerepükét. Az órai kísérletek elvégzése és az elmaradhatatlan számítási feladatok megoldása mellett szinte minden témaiban volt lehetőség az említett szempontok, de különösen tudománytörténeti vonatkozások említésére, és ezekkel mindig éltem is, annál inkább, mivel tudománytörténettel sokat foglalkoztam.

Volt-e az életében tanárpéldakép, aki nagy hatással volt önre?

Osztályfőnököm, Súli Izabella tanárnő irodalomórói élményszámba mentek. Imponáló tudása, módszertani felkészültsége, angyali türelme, reális és igazságos értékelései miatt csodáltam. Osztályfőnöki órákon minden felvetődő problémára volt számunkra is elfogadható megoldási javaslata, kamaszos lázadásainkat minden jól vezetett „vitában” csendesítette le.

Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?

Jó az óra, ha jól motivált, szakmailag kifogástalan, gördülékeny, jó hangulatú, jól megválasztott a szemléltetés, a gyakorló és/vagy számítási feladat, a házi feladat pedig jól szolgálja a tananyag megértését és rögzítését. Ha a tanulók számára minden mozzanat jól látható, jól érthető, lekötjük a figyelmüket, jó kérdésekkel bevonjuk őket a megértés folyamatába, és ha jól áttekinthető órai vázlatot íratunk velük.

Ön szerint milyen a „jó” gyerek?

Azokat a tanulókat szerettem, akik határozott elképzeléssel jöttek hozzánk, képesek és hajlandóak voltak sokat dolgozni úgy, hogy maradt idejük sportolásra, zenélésre, olvasásra, kirándulásokra, filmekre, bulikra. A kémiaversenyekre történő felkészülés az ilyen gyerekekkel számomra is élmény volt, olykor az ő kitartó érdeklődésük ösztönzött újabb feladatak, gyakorlatok keresésére, kiötlésére.

Tanultam tőlük kérdésfeltevésük, felvetéseik alapján, megismertem sokszor sajátos gondolkodásmódjukat, problémálatásukat, amelyek közül néhányat hasznosítani is tudtam a tanításban.

Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?

Azokat a témaöröket szeretem tanítani, amelyek alkalmasak a belső koncentrációra. Ilyen pl. az egyensúlyok témaüre, amelyre több kémiai és fizikai folyamatban hivatkozni lehet, sőt kell, mivel a Le Châtelier-Braun-elv ismerete nélkül nem értelmezhetők.

Ha csak egyetlen (vagy néhány) kémiaórát tarthatna, arra milyen témát választana?

A fontosabb monoszacharidok térszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, mivel ez a témaüre alkalmat nyújt az általános és szerves kémiában tanultak alkalmazására, biológiai vonatkozások említésére és számítási feladatak megoldásra is.

Volt-e olyan pillanat vagy esemény a pályáján, amit különösen emlékezetesnek tart?

Minden olyan alkalom örömteli és emlékezetes marad számomra, amikor tanítványaim sikeresek voltak kémiaversenyeken: döntőbe

jutottak, szóbeliztek, versenyt nyertek meg, pénzdíjat vehettek át, vagy külföldön csapattagként képviselték Magyarországot.

Pályafutásom legemlékezetesebb és legfelemelőbb eseménye mégis a Rácz Tanár Úr Életműdíj csodálatosan megszervezett díjátadó ünnepsége volt, amelyen az MTA vendégekkel teli dísztermében családom, néhány kollégám, és egy tanítványom jelenlétében átvettettem a díjat.

Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?

Nem kívánom kétségebe vonni a különböző kormányok szakpolitikusainak és szakértőinek szakértelemét, de azt sokszor tapasztaltam, hogy gyakori reformjaikkal nem segítik a tanárok munkáját, sőt a jövő nemzedékek megfelelő képzését sem. Az elmúlt huszonöt évben a kémiaoktatás többször megsínylette a változatásokat, pedig a természettudományos tárgyak tanításának fontosságát aligha lehet túlhangsúlyozni, és ezzel nyilatkozatok szintjén mindenki egyetért. Számos példa közül csak kettőt említenék: az óraszámok csökkentése az általános iskolában és a gimnáziumban, vagy az ún. komplex természettudomány oktatása a szakgimnáziumban nem segíti a természettudományos gondolkodás kialakítását, a továbbtanulást biztosító tudás megszerzését.

Mivel foglalkozik legszívesebben, amikor éppen nem dolgozik? Mit osztana meg a munkáján kívüli életéből?

A munka és a szabadidős tevékenység olykor átfedik egymást, inkább azt mondanám: van az az idő, amikor kémiával foglalkozom, és az, amikor nem. Számonra legfontosabb a családom, velük vagyok legszívesebben. Rendszeresen találkozunk kollégáimmal, vagy feleségimmel együtt régi vagy új barátainkkal. Szívesen olvasok továbbra is szépirodalmat, pl. hetilapok kritikai rovata nyomán, figyelem a filmbemutatókat, a zenehallgatás pedig (az operettől, és néhány könnyűzenei műfajtól eltekintve) pedig alap. Rendszeres nézője vagyok a Barcelona és Bayern München mérkőzéseinek, valamint a BL-nek. Természetesen érdekel a politika is, az eseményeket rendszeresen a legkülönbözőbb hírforrásokból követem. Jó lenne egyszerűbben tájékozódni, kár, hogy Magyarországon nincs valóban független és tárgyilagos média. Sokat alszom, és igyekszem

sokat mozogni is: rendszeresen futok, nyáron inkább úszok, sokat biciklizek, szívesen takarítok.

Mit tanácsolna a kezdő tanároknak, vagy azoknak, akik tanári pályára készülnek?

Aki szereti és jól tudja a tantárgyát, jól tájékozott egyéb dolgokban is, kellően határozott (de nem nagyképű), türelmes, tud dicsérni, némi színészi képességekkel is rendelkezik, jó a humorérzéke, nagyon szeret dolgozni és tanulni – az igen gyorsan jó tanárrá válhat.

Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?

Szeretnék még sokat dolgozni, segíteni azoknak, akik igénylik a segítségemet. Részben azért, mivel a munka és annak eredményei örömet okoznak, részben annak közvetett haszna miatt. Ez pedig az, hogy a tanítás során sok feladatötlet vetődik fel, amelyekből számos új elméleti és számítási feladatot lehet szerkeszteni.

GONDOLKODÓ



Kedves Diákok, kedves Tanárok!

A KÖKÉL feladatmegoldó pontversenyei a 2017/2018-as tanévben is négy fordulóban jelennek meg októbertől márciusig. A korábbi évek tapasztalatai alapján már csak **két feladatsor** jelenik meg lapszámról lapszámról, és összesen **négy kategóriában** folyik majd a versengés.

A **K** jelű feladatok szándékaink szerint minden a kémia iránt komolyan érdeklődő középiskolásnak szólnak, bár a tankönyvekből, feladatgyűjteményekből gyakorolható típuspéldákon túlmutatnak. A feladatok nehézsége szélesebb skálán mozog. Lesznek a kémiai feladatmegoldás-sal ismerkedőknek szóló könnyebb, valamint gyakorlottabb, versenyekre, érettségire készülő diákoknak szánt közepeks nehézségű kérdések is. A megoldók három kategóriában (9., 10. és 11-12. osztály) versenyeznek.

A feladatsor fordulónként változó számú, 5-10 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. Sőt, az összesítés-nél a versenyzők legjobb 5 beküldött feladatát számítjuk csak be fordulónként. Kivételt a 11-12. évfolyamos diákok képeznek, náluk a nehezebb (csillagozott) példák megoldása elvárás, nem szorítkozhatnak csak a könnyebb példákra.

A haladóknak szóló **H** feladatokkal bárki megpróbálkozhat, de ezek között több lesz az olyan probléma, amely megköveteli a középiskolai kémia alapos ismeretét, sőt a jó megoldásokhoz más források, pl. kémia szakkönyvek vagy korábban a KÖKÉL hasábjain megjelent segédanyagok forgatása is szükséges lehet.

A **H**-val jelölt feladatok a magyar diákok felkészülését is segíti a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára. Az egyik cél az, hogy a résztvevők megismerkedjenek azokkal a téma-körökkel, amelyek szerepelnek a követ-

kező olimpián, bár a magyar középiskolai anyag nem tartalmazza őket. Az ilyen feladatok mellé alkalmanként oktatóanyagokat is közlünk, vagy a korábban megjelent anyagokra utalunk.

A másik cél az, hogy azok is eljuthassanak az olimpiai válogatóra és jó esetben a nemzetközi versenyre, akik – balszerencse vagy az életkoruk miatt – nincsenek az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny közvetlen élmezőnyében. A válogatóra ugyanis az OKTV-n legjobban sze-replőket hívjuk meg, de ezen felül a **H** pontversenyben legtöbb pontot szerzett diákok közül is számíthatnak jó néhányan a meghívóra. A 10-11. osztályosokat külön is biztatjuk a részvételre, hisz őket a tanultak a későbbi évek válogatóin, olimpiáin is segíthetik. Tapasztalataink azt mutatják, hogy az olimpiai csapatba bekerülő négy fő többsége részt vett a levelezőn, tehát érdemes időt fordítani az év közbeni munkára is.

Örömmel fogadunk **feladatjavaslatokat** a pontversenyekhez, mind tanároktól, mind versenyzőktől, a kokel@mke.org.hu e-mail címen.

A pontversenyekbe történő nevezés elektronikusan, a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon át lehetséges. Itt az adatain kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el. A feladatok kijavítása után e-mailben értesítést küldünk az egyes feladatokban elért pontszámokról, amellett, hogy a helyes megoldásokat – az eddig megszokott módon – természesesen egy későbbi lapszámban közöljük.

Továbbra is lehetőséget biztosítunk a megoldások **elektronikus beküldésére** is a fenti honlapon keresztül. Aki továbbra is a hagyományos postai úton történő beküldést választja, azoktól azt várjuk, hogy a postázott megoldásokat a **honlapon regisztrálja**. Az alábbi formai követelményeket várjuk el a beküldött anyaguktól:

1. Az egyes feladatmegoldások külön papírlapokra vagy fájlokba kerüljenek, hogy a javítók között szétoszthatók legyenek.
2. A beküldött/beszkennelt anyagok A4 méretű fehér papírra (ne füzetlapokra) készüljenek.
3. minden egyes lapon, vagy PDF fájlban szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája (a bal felső sarokban).
4. A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell beküldeni vagy postára adni és regisztrálni.

Feladatok

*Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,
Zagyi Péter*

A megoldásokat 2017. november 6-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

KÖKÉL Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

A K feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenkorral bekerülnek az 5 közé.

K271. A legolcsóbb elérhető gáz (a levegő után) a földgáz, melynek sűrűsége kisebb a levegőénél. A lufiba töltött földgáz nyomása (és ezáltal sűrűsége) gyakorlatilag megegyezik a standardállapotú metánéval.

a) *Lehet-e metánnal töltött lebegő lufit fújni? Miért nem használják a sokkal drágább hélium helyett a gyakorlatban?*

A gázok sűrűsége fordítottan arányos a kelvinben mért hőmérséklettükkel, tehát ha lehűtjük a gázokat, nagyobb sűrűségkülönbséget, és ezáltal nagyobb felhajtóerőt kapunk.

b) *Mekkora a maximális felhajtóerő, amit ezek alapján egy normál légköri nyomású, hűtött szobában kaphatunk, ha egy lufit metánnal fújunk fel?*

(Forman Ferenc)

K272. MQP-6 földönkívüli kémikustanoncra különböző idegen bolygók légkörének tanulmányozását bízták. Meg kell állapítania a lékgör sűrűségét, illetve hogy az otthon, az Alfa Centaurin használt szabvány űrhajó (TRS-5) vajon képes-e leszállni az adott bolygókon probléma nélkül. A TRS-5 űrhajóról azt tudjuk, hogy nagy tisztaságú magnéziumból készült, a radar antennája platinakormozott platinahálóból van.

A bolygó neve	A légkör összetétele	T^1 (°C)	p^1 (Pa)	A légkör sűrűsége ¹ (g/m ³)	TRS-5 kompatibilitás
HQZ-91	67% F ₂ 11% ClF 22% O ₂	170	60259		
Föld	20 % O ₂ 80% N ₂	23	101325		
TUL-42	100 % CO ₂	256	9000		
HXC-34	30 % H ₂ 10 % O ₂ 35 % Xe 25% Kr	-50	110		
RBR-16	13% CH ₄ 32% CH ₃ CH ₃ 55% CH ₂ =CH ₂	371	216000		

¹Az égitest felszínén.

- a) Segíts MQP-6-nak kitölteni a táblázatot! Számítsd ki a bolygók légkörének sűrűségét, állapítsd meg, hogy a TRS-5 űrhajó biztonságosan le tud-e szállni! Ha nem, írd fel a reakció(k) egyenletét, amelyek ezt megakadályozzák! (Gondolj arra is, hogy leszállás közben a légkörben az űrhajó felmelegszik!)
- b) Javasolj a készülő TRS-6 űrhajóra olyan bevonatot, ami ellenáll az összes bolygó légkörének!

(Berta Máté)

K273. Vendel a 19. születésnapjára nem kaphatott káliumot. Mégis valami igazán nagy meglepetéssel készültek szülei a jeles napra. Egy készletnyi ampullával, bennük olyan vizes oldatokkal, amelyekben egy-egy káliumsó 19 g tömegű oldata van, mégpedig pontosan 19% kálium-tartalommal.

A könnyen beszerezhető káliumsókból (nitrát, szulfát, klorid) hány olyan oldat készíthető, amely eleget tesz a fenti feltételeknek?

A káliumra vonatkozó 19% lehet tömegszázalék, de atomszázalet is (vagyis az összes jelen lévő atom 19%-a káliumatom). Szükséges lehet

megvizsgálni az oldhatóságokat, de azt vegyük figyelembe, hogy Vendel szobájában, ahol az ajándékot fogja tartani, általában 25 °C körül van a hőmérséklet.

(Zagyi Péter)

K274. Vendel, miután megkapta az ajándékát, hamar aggódni kezdett az ampullák radioaktív sugárzása miatt. Jól tudta ugyanis, hogy a káliumizotópok 0,012%-a radioaktív ^{40}K , és a tiszta kálium 1 grammjában másodpercenként 31 radioaktív bomlás történik. (Másképpen: a tiszta kálium aktivitása 31 Bq/g.) (A ^{40}K felezési ideje nagyon nagy, ezért az aktivitásá gyakorlatilag állandónak tekinthető.)

a) *Melyik ajándék ampulla aktivitása a legnagyobb? Mekkora ez az érték? Indokolt-e Vendel félelme?*

A ^{40}K radioaktív bomlása az esetek 10,7%-ában ^{40}Ar izotópot eredményez. Újabb veszélyforrás – gondolta Vendel: még a végén felrobban valamelyik ampulla.

b) *Egy év alatt mekkora tömegű argon képződésével kell számolnia Vendelnek egy olyan ampullában, amelyben 19 g 19 m/m% káliumot tartalmazó oldat van?*

c) *Mekkora nyomásnövekedést okoz a keletkező argon, ha az ampulla légttere mindössze 1 cm³? Indokolt-e Vendel félelme?*

(Zagyi Péter)

K275. Érdekesek azok a molekulák, amelyek valamely szerves vegyület analógjai, mégpedig oly módon, hogy a heteroatomot egy azonos főcsoporthoz kötik, de nagyobb rendszámú atom helyettesíti.

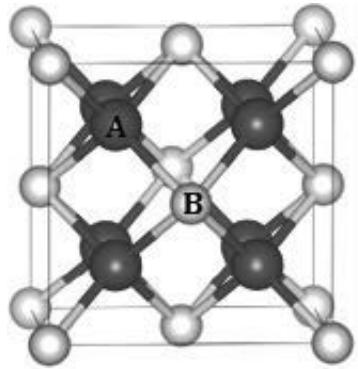
Egy öt szénatomos, nyílt láncú, szimmetrikus molekula két egyforma heteroatomot tartalmaz, szén- és hidrogénatomok mellett. Széntartalma 26,57 m/m%.

a) *Mi az összegképlete?*

b) *A molekula konstitúciójának meghatározásához gondolunk a világíró, ötszörös Grammy-díjas kanadai énekesnőre, majd írjuk fel a szerkezeti képletet.*

(Zagyi Péter)

K276. A kémia iránt érdeklődők közül sokan felkapták a fejüket arra a tudományos közleményre, amely a közelmúltban jelent meg, és egy eddig ismeretlen nemesgázvegyület előállításáról számolt be. Az exterm nagy nyomáson (100 GPa fölött) stabilnak bizonyult anyag krisztályszerkezetét is sikerült meghatározni. Rácsa az alábbi kockából („köbös elemi cellából”) építhető fel:



- Hozzávetőleg hányszoros légköri nyomáson dolgoztak a kutatók? A Föld belsejében kb. milyen mélységben uralkodik hasonló nyomás?
- Határozd meg a vegyület tapasztalati képletét (az **A** és **B** jelölésekkel használva)!

Ehhez érdemes figyelembe venni a következőket: Az elemi cella sztöchiometriája megegyezik a teljes rács sztöchiometriájával, hiszen az elemi cella eltolásával megkapjuk magát a kristályrácsot. A **B** atomok a kocka csúcsain és lapjainak középpontjában találhatók. Mivel ezek részei a szomszédos kockáknak (elemi celláknak) is, meg kell gondolni, hogy hányad részüket számoljuk bele az elemi cellába. Az **A** atomok a kocka belsejében helyezkednek el: ha a kockát képzeletben nyolc egyenlő kockára osztjuk, ezek az atomok e kockák középpontjában lesznek.

- Tudjuk, hogy az anyag 8,0 tömegszázaléka nemesgáz. Állapítsd meg a vegyület képletét!

(Zagyi Péter)

K277.* Vendelt nagyon érdekli a lángok hőmérséklete, különösen ami óta megtudta, hogy jelentős különbségek vannak e tekintetben az egyes éghető anyagok között. (Nincs egyedül ezzel az érdeklődésével, gondol-

junk csak a kortárs tudományos rap klasszikusára, a Bélga együttes Kémia című művére.)

Elsősorban az foglalkoztatta, hogy mitől függ a láng maximális hőmérséklete. Arra gondolt, hogy az égéshő a legfontosabb tényező, de eszébe jutott még, hogy bizonyára számít az is, hogy mekkora tömegű égés-terméket kell felmelegítenie a felszabaduló hőnek. E két adat segítségével próbálta összehasonlítani az egyes anyagokat, és korrelációt találni a lánghőmérséklettel.

Vizsgáld meg, hogy Vendel gondolatmenete mennyire bizonyul helyesnek! Sztöchiometrikus mennyiségekben történő égésre végezz számításokat a megadott anyagokkal! A felszabaduló hőt a képződéshőkből számítsd ki! Vonj le következetést, hogy milyen mértékben korrelálnak a mért adiabatikus lánghőmérsékletek a számítások eredményével!

Milyen egyéb tényezők játszhatnak még szerepet?

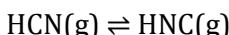
anyag	adiabatikus lánghőmérséklet (°C)
diciano-acetilén ¹	4990
acetilén	3480
hidrogén	3200
propán	2520

¹ $\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$, képződéshője 500 kJ/mol

(Zagyi Péter)

K278.* A hidrogén-cianid az egyik leghírhedtebb és legközismertebb méreg a világon. Ebben a feladatban a kémiai tulajdonságainak és szerkezetének összefüggéseit, illetve élettani hatásait fogjuk vizsgálni.

A HCN az izomerizáció egy speciális formájára, tautomerizációra képes:



300 K hőmérsékleten a folyamat egyensúlyi állandója $1,0 \cdot 10^{-11}$.

- a) Rajzold fel minden molekula szerkezetét!
- b) Állapítsd meg, 300 K-en melyik forma a termodinamikailag stabilabb!

Magas (néhány ezer K) hőmérsékleten az egyensúlyi állandó több nagyságrenddel eltér a szobahőmérsékleten mérttől.

c) Nagyobb vagy kisebb egyensúlyi állandóra számítunk magas hőmérsékleten? Válaszodat indokold!

A HCN egy nagyon gyenge sav, 10^{-3} mol/dm³ koncentrációjú oldatának pH-ja 6,07.

d) Számold ki a HCN K_s értékét! Mekkora a HCN disszociációfoka ebben az oldatban?

Ciánmérgezés esetén a cianidionok blokkolják a sejtekben a citokróm-c-oxidáz nevű fehérjét, amely enzimként kulcsszerepet játszik a légzési elektrontranszport-láncban. Így a sejtek nem tudnak elég ATP-t termelni, az ATP-raktárak pedig perceken belül kifogynak, így az izom-működés leáll és bekövetkezik a légzőizom-bénulás, illetve szívmegálás.

e) Számold ki a NaCN halálos dózisát egy átlagos, 70 kg-os és 5 liter vérrel rendelkező emberre, intravénás illetve szájon át történő mérgezés esetére is! A vérben 1,1 ppm CN⁻-koncentráció már halálos, szájon át pedig nagyjából $7,29 \cdot 10^{-5}$ mol/kg a halált okozó mennyiség.

Ciánmérgezés esetén a leggyakoribb kezelés három lépésből áll: először amil-nitritet lélegeztetnek a mérgezést elszenvedő személytel, majd intravénásan nátrium-nitritet és nátrium-tioszulfátot juttatnak a szervezetébe.

Az ellenanyag kétféle úton fejt ki hatását. Az amil-nitrit hidrolízisének (1) egyik terméke a nitrition. Ez az intravénásan adagolt nitrittel együtt oxidálja a hemoglobin Fe²⁺ ionját. (2) A képződő methemoglobin nagyon erősen köti a cianidot, így a citokróm-c-ben kötött cianidionokat is „lehasítja” onnan. Ráadásul a nitrit redukciójának terméke, a nitrogén-monoxid értágító hatású is.

A tioszulfát szerepe az, hogy enzim katalizálta reakcióban reagál még a methemoglobinban kötött cianiddal is a sokkal kevésbé toxikus tiocianát (SCN⁻) és szulfit képződése közben. (3)

f) Írd fel az (1)-(3) reakciók egyenletét!

Ha egy vizes oldatban lévő ismeretlen só anyagi minőségét kívánjuk meghatározni, először minden esetben ki kell zárnunk a komoly életta-

ni kockázatot jelentő cianidionok jelenlétéét, HCN gáz felszabadulása nélkül.

- g) Javasolj néhány olyan reakciót, melyekkel a cianidionok jelenléte biztonságos módon, egyértelműen kimutatható!

(Botlik Bence Béla)

H271. A Patterson-módszert a molekulák szerkezetének felderítésére használják, lényege, hogy a molekulán belüli atom-atom távolságokat lehet vele megmérni. (Tehát nem csak a kémiai kötésekben lévő atomok távolságát.) A csúcsok elemzésével az is meghatározható, hogy egy-egy csúcs milyen minőségű atomok közötti távolságot jelöl, valamint, hogy az adott atom-atom távolság hányszor fordul elő a molekulában.

Egy C_3F_4 összegképletű molekula esetén az alábbi csúcsokat mérték:

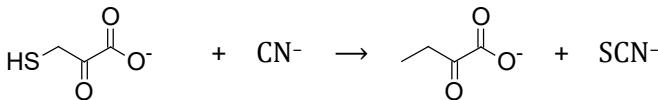
Csúcs száma	Atom-atom távolság/ 10^{-10} m	Atomok
1	1,313	$2 \times F - C$
2	1,314	$1 \times C - C$
3	1,356	$2 \times F - C$
4	1,468	$2 \times C - C$
5	2,180	$1 \times F - F$
6	2,470	$4 \times F - C$
7	2,527	$2 \times F - C$
8	2,664	$2 \times F - C$
9	3,479	$4 \times F - F$
10	3,555	$1 \times F - F$

- c) Rajzold fel a molekula szerkezeti képletét kötéshosszakkal és kötés-szögekkel!

Megjegyzés: a C – F kötéshossz függ a szénatom hibridállapotától.

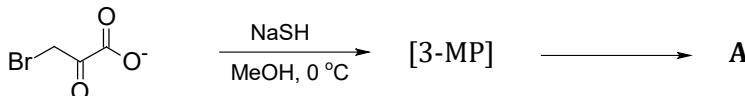
(egyesült királyságbeli feladat)

H272. A cianidmérgezés kezelésének egy lehetséges módszere a cianid enzimatikus úton történő átalakulását használja ki tiocianáttá. Az egyik ilyen enzim a 3-merkaptopiruvát/cianid-szulfotranszferáz, amely a következő reakciót katalizálja:

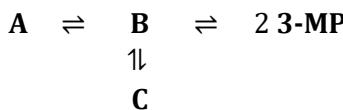


A 3-merkaptopiruvát in vivo reakcióképessége oly nagy, hogy közvetlen alkalmazása nem lehetséges még intravénásan sem.

Ezért kidolgozták a következő szintézist egy olyan előanyag (**A**) előállítására, amelyből a szervezetben képződik a 3-merkaptopiruvát (3-MP).



A in vivo a következő séma szerint alakul át 3-merkaptopiruváttá:

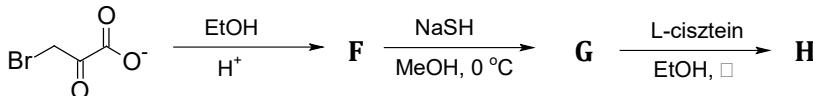


C enol típusú vegyület.

Egy másik ellenanyag (**E**) intramuszkulárisan is alkalmazható, mert jóval nagyobb a vízoldhatósága, mint **A**-nak. Előállítása egyszerű:



Más, orálisan is használható ellenanyagok (**G** és **H**) szintézise a következőképpen valósítható meg:



H elemanalízise $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{NO}_4\text{S}_2$ összegképletre utal, szerkezetvizsgálata pedig öttagú, két heteroatomot tartalmazó gyűrűt valósítanásít.

G és **H** érdekessége, hogy a cianidbevitel előtt alkalmazva is védelmet nyújt, így ezek egy előre látható mérgezés kivédésére is használhatók.

*Írd fel az **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H** anyagok szerkezetét!*

(Zagyi Péter)

H273. A ritkaföldfémek a periódusos rendszer méltatlanul figyelmen kívül hagyott elemei közé tartoznak, annak ellenére, hogy ezek az elemek egyáltalán nem ritkák, gyakorlati felhasználásaik száma pedig egyre növekszik, különösen az elektronikai iparban. Elhanyagolásuk egyik fő oka egymástól való elválasztásuk nehézsége, lévén kémiai tulajdonságaik nagyon hasonlóak.

Egy 50 g tömegű, két f-mezőbeli fémet tartalmazó fém-kloridkeveréket 500 cm³ 1 M sósavban oldottunk, majd a minta 100 cm³-es részleteit vizsgáltuk. Szilárd NaOH hozzáadásával a pH-t 6-ra, 7-re, 10-re, majd 12-re állítottuk be úgy, hogy közben az oldatok térfogata állandó maradt. A levált hidroxidcsapadékokat kihevítve a minták tömege rendre 0,0660 g; 0,2309 g; 6,6391 g és 6,6637 g.

- a) *Mi a két fém és mennyi a hidroxidcsapadékaik oldhatósági szorzata, ha tudjuk, hogy a kiindulási fém-klorid-keverék három vegyértékű fémeket tartalmazott?*
- b) *Milyen tisztaságú fém-oxidokat sikerült előállítani?*

(Forman Ferenc)

H274. A karvon (**A**) a természetben megtalálható gyűrűs monoterpének származék. Ozonolízise során 5-ethylheptán-2,3,6-trion (**B**) és szén-dioxid keletkezik. Enantiotiszta karvonból kiindulva teljes redukció után 4 db diasztereomer viszonyban álló gyűrűs alkohol (**C1-4**) keletkezik.

- a) *Az (S)-(+)-karvon a köményben található meg, ez adja a jellegzetes illatát is. Rajzold fel a szerkezetét a térszerkezet jelölésével!*
- b) *Rajzold fel a **C1-4** vegyületek szerkezetét a térszerkezet jelölésével! Melyiket várod termodinamikailag a legstabilabb izomernek?*

A kettős kötések hidrogén-peroxid, illetve szerves-peroxidok segítségével epoxidokká alakíthatók. Az epoxidok olyan háromtagú heterociklusos vegyületek, amely gyűrűjében 2 db C- és 1 db O-atom található.

A karvon esetében a vegyületben található kettős kötések megkülönböztethetők epoxidálási reakciókban. Az egyik esetben bázikus közegben hidrogén-peroxiddal, míg a másik esetben meta-klór-perbenzoeszával reagáltatták a karvont és rendre a **D** és **E** monoepoxidokat kapták.

- c) Rajzold fel a **D** és **E** monoepoxid szerkezetét! Mivel magyarázható a szelektivitás?

(Varga Szilárd)

H275. 0,1 mol/dm³-es nátrium-acetát-oldatot készítettünk frissen kiforralt desztillált víz segítségével.

- a) Mennyi volt az oldat pH-ja? [$\lg K_s(\text{ecetsav}) = -4,76$]

Ha az oldatot olyan desztillált vízzel készítjük el, amely már huzamosabb ideje a laborban állt, jelentősen eltérő pH-t mérünk.

- b) Kisebb vagy nagyobb ez a pH, mint az a) feladatban számított?

- c) Számítsd ki az oldat pH-ját! (Az oldott szén-dioxid egyensúlyi koncentrációja megközelítőleg 10^{-5} mol/dm³. A hidrogén-karbonát-ion első protonálódási állandója $\lg K_1 = 6,35$.)

- d) Hogyan (mit és mennyit adagolva) lehetne visszaállítani az oldat eredeti pH-ját?

- e) Az alábbi indikátorok segítségével megfestettük a kiforralt vízzel készült oldatot.

Melyik esetében várhatunk színváltozást, ha az oldat huzamosabb ideig a levegőn áll? Válaszodat számolással indokold!

- i. metilvörös (sárga-vörös; $-\lg K_i = 5,1$)
- ii. fenolvörös (sárga-vörös; $-\lg K_i = 7,9$)
- iii. timolftalein (színtelen-kék; $-\lg K_i = 9,6$)

(Varga Szilárd)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

Fordítási verseny a 2017/2018-as tanévben

Fordítandó német szakszöveg a tanév során két alkalommal (a mostani 2017/4. és a jövő évi 2018/1. számban) jelenik meg. Ezek gimnazistáknak, szakiskolásoknak szóló eredeti német szövegek alapján kerülnek összeállításra. Szinte minden szerepel bennük egy vagy több tanulókísérlet receptje, a hozzájuk tartozó magyarázat, elméleti háttér változó arányú kíséretében. A rovat fő célja megismertetni azt a **szókincset** és **nyelvezetet** (**kémiai anyagok és laboratóriumi eszközök megnevezése, alapvető műveletek leírása**), melyre külföldi részképzés vagy németajkú partnerekkel végzett munka esetén szükség lesz minden olyan területen, mely kémiai ismeretekre is támaszkodik (orvoslás, gyógyszerészeti, környezetvédelem, élelmiszer-, agrár- vagy építőipar, stb.). A németórán vagy a nyelvvizsgaelőkészítőn feldolgozott ismeretterjesztő szövegek ehhez nem elegendők: azok nyelvezete messze áll attól, amikor egy tankönyvi szövegben, receptben vagy egy műszer leírásában kell eligazodnunk. A kémialaborba belépve pedig igen hamar rájövünk, hogy biztos nyelvtudásunk ellenére csak mutogatásra vagyunk képesek az eszközök között, akár a bennszülöttek...

A tudományos (és a műszaki) nyelv a németben a hivatalos stílushoz áll közel, ennek megfelelően a mondatok nyelvtanilag meglehetősen összetettek és közbeékeltek lehetnek. Cserébe nem kell újságírói blikkfangokon és képi hasonlatokon törni a fejünket, melyekkel ismeretterjesztő cikkekben esetenként találkozhatunk. **Fordítás közben képzeljétek azt, hogy a másik osztálynak vagy az osztály**

másik felének fordítotok: ōk nem tanulnak németül, és nekik a Ti fordításotok alapján el kell tudniuk végezni a kísérletet! Az a legfontosabb, hogy minden egyes lépés követhető legyen, és pontosan azt adja vissza, ami a teendő (pl. forralni kell-e, vagy csak melegíteni). Az irodalmi műfordítással ellentétben a precizitás megelőzi a választékosságot. A szóisméltések elkerülhetetlenek, hiszen egy adott szakkifejezést mindig ugyanúgy kell fordítani. Természetesen a mondatoknak magyarul helyesen kell hangzaniuk! Nagyon bosszantó olyan nyersfordítást olvasni, mely úgy hangzik, mintha nem tudna jól magyarul az írása. Ha valamit nem tudtok szó szerint lefordítani (akár pl. egy szakkifejezést nem tanultatok), akkor kipontozás helyett inkább [szögletes zárójelben] írjátok körül az értelmét, hogy a szövegkörnyezetből mire gondoltok.

A **fordítási versenybe internetes nevezést kérünk a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon**. A felkészítő tanár mezőben a kémia tanárok mellett a némettanárok nevét is feltétlenül adjátok meg!

A KÖKÉL honlapjáról letölthető a 2004–2017 között előfordult szakszavak jegyzéke (kis szakszótár), mely mostanra 540 kifejezést tartalmaz (közte 190 anyag és 66 laboreszköz nevét). Érdemes használni, mert a hozzáférhető német-magyar nagyszótár vagy a műszaki szótár sem tartalmaz számos (egyébként alapvető) kifejezést (pl. osztott pipetta, hasas pipetta, vegyifülke), más esetben pedig még félrevezetők is lehetnek.

A **pontozás** szempontrendszere a 2004/3. szám 279. oldalán került ismertetésre. Érdemes az azóta megjelent értékelések közül néhányat átnézni, mert vannak évről évre visszatérő gyenge pontok, pl. a sók, vegyületek egybe-, külön- vagy kötőjeles írása, mely magyarul lehet a némettől eltérő vagy esetenként éppen azzal megegyező is! Továbbra is pluszpontokat adok, ha valaki egy kacifántos részt sikeresen megfejt, vagy valamit nagyon szellemesen fordít le (ezekre 2–3 pontot is). 1–2 pluszpont jár annak, aki megtalálja a helyes magyar megfelelőjét egy olyan kifejezésnek, melyet csak kevesen ismernek fel. Ezek kompenzálgatják a kis levonásokat, melyek gyakran csak figyelmetlenségből erednek.

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Kosmetische Präparate selbst gemacht (Teil 1)

Verhaltensmaßregeln - Oberstes Prinzip: Sauberkeit

Die hergestellten Kosmetika sind zur Anwendung am Körper bestimmt. Sie müssen daher **hygienisch unbedenklich** sein! Die folgenden Punkte sind bei der Herstellung von Kosmetika zu beachten:

1. Nur sauberes Gerät verwenden! Keinesfalls Bechergläser, Spatel o.Ä. mit anhaftenden Chemikalienresten benutzen! Notfalls vor Benutzung gründlich **mit Scheuermilch reinigen** und mit viel klarem Wasser nachspülen!
2. Der **Arbeitstisch** wird vor Arbeitsbeginn **mit Papiertüchern ausgelegt**.
3. Die aus dem Vorratsschrank entnommen Aufbewahrungsgefäß der Zutaten dürfen nicht verunreinigt werden! Nur mit sauberen Händen anfassen und **den Inhalt nur mit sauberem Spatel oder Löffel entnehmen**! Nach der Entnahme die Gefäße wieder an ihren Platz im Vorratsschrank zurück stellen.
4. Es wird nach Möglichkeit **nur frisch hergestelltes demineralisiertes Wasser** verwendet.
5. Nur Thermometer mit Alkoholfüllung verwenden, keine Quecksilberthermometer!
6. Zum **Umrühren** der Mischung einen sauberen **Glasstab** verwenden! Nicht mit dem Thermometer rühren - Bruchgefahr!
7. Bei der Verwendung von Farben besonders achtsam arbeiten!
8. Sollte ein Präparat misslingen, so dürfen die Reste nicht in den Ausguss gegeben werden. Bitte das bereitgestellte **Sammelgefäß** benutzen.
9. Der Arbeitsplatz ist nach Beendigung der Arbeit sauber und aufgeräumt zu hinterlassen.

Definitionen

Destilliertes bzw. Demineralisiertes Wasser

Zusammensetzung: H_2O

Durch Destillation von gelösten Stoffen (Salze, organische Verbindungen) gereinigtes Wasser. Meist kann auch das einfacher herzustellende demineralisierte Wasser verwendet werden, bei dem die Salze **mittels Ionenaustauschern** entfernt wurden. Eventuell gelöste organische Verbindungen bleiben erhalten, stören aber nicht.

Ethanol

Weitere Namen: **Weingeist**, »Alkohol«, Ethylalkohol, Primasprit

Zusammensetzung: Bei Ethanol handelt es sich um den **trinkbaren Alkohol (C_2H_5-OH)**.

Verwendung: Verwendet wird in der Kosmetik **hochgereinigtes Ethanol** (96%). Dieser Alkohol ist **voll versteuert** und somit sehr **teuer**. Daher wird meist die **vergällte**, d.h. für den menschlichen Genuss unbrauchbar gemachte Ethanolsorte verwendet. Zur Vergällung von 100 Liter Alkohol werden folgende **Vergällungsmittel** zugelassen:

zur Herstellung von kosmetischen Mitteln oder Mitteln zur Geruchsverbesserung:

0,5 Kilogramm Phthalsäurediethylester (Diethylphthalat $C_{12}H_{14}O_4$)

oder 0,5 Kilogramm Thymol

oder 5,0 Kilogramm Isopropanol und 78,0 Gramm Tertiärbutanol.

Ätherische Öle

Definition: Ätherische Öle sind **flüchtige**, meist **pflanzliche Öle mit charakteristischem, angenehmem Geruch**. Sie werden aus Pflanzen oder Pflanzenteilen durch **Destillation**, durch Ausziehen oder durch **Pressen** und gegebenenfalls weitere Aufarbeitung gewonnen. Verwendung finden sie u.a. bei Parfüms, Likören und Arzneimitteln sowie als Duftöle.

Zusammensetzung: **Gemisch verschiedener organischer Stoffe.**

Merkmal: Im Gegensatz zu flüssigen Fetten (Speiseölen) und Mineralölen hinterlassen ätherische Öle **keine "Fettflecken" auf Papier**.

Parfümöl / Duftstoff / Riechstoff

Bei den z.T. **klangvollen Namen** (»Amber«, »Apfel«, »Apfelblüte«, »Flieder«, »Fresh Grass«, »Jasmin«, »Lotus«, »Maiglöckchen«,

»Moschus weiß«, »Orchidee«, »Quellwasser«, »Sandelholz«, »Teerose«, »Vanille«, »Veilchen«, u.a.) handelt es sich um **Mischungen diverser Duftessenzen**. Diese Parfüm-Kompositionen dürfen **nicht mit natürlichen ätherischen Ölen verwechselt werden**. Sie enthalten **naturidentische und künstliche Aromastoffe**. Flieder-Aroma lässt sich zum Beispiel nur synthetisch, nicht aber aus Fliederblüten herstellen.

„Parfüm“

Parfüm Parfüms enthalten zwischen 8 und 25% Riechstoffe, gelöst in besonders gereinigtem, über 90%-igem Alkohol. Sie sind sehr teuer und werden meist nur abends benutzt.

Eau de Parfum Weniger gehaltvolle Variante des Parfüms (8-10% Riechstoffe in 80-90%-igem Alkohol).

Eau de Toilette Weniger gehaltvoll als ein Eau de Parfum: 5-8% Riechstoffe in 80-90%-igem Alkohol.

Eau de Cologne / Echt Kölnisch Wasser Leichtes Duftwasser mit 2-5% Parfümol in 70-85%-igem Alkohol. "Kölnisch Wasser" ist ein patent- und markenrechtlich geschützter Name. "Echt Kölnisch Wasser" besagt, dass das Produkt in Köln hergestellt wurde.

Praktischer Teil

Eau de Cologne »08/15 DILL-WATER«

Grundlage: 20 mL Ethanol 80%

Zutaten:

- 8 Tropfen Bergamottöl
- 4 Tropfen Zitronenöl
- 2 Tropfen Orangenöl
- 2 Tropfen Petitgrainöl
- 2 Tropfen Neroliöl
- 1 Tropfen Mandarinenöl
- 1 Tropfen Lavendelöl
- 1 Tropfen Rosmarinöl

Herstellung: Die Ethanol-Menge im Messzylinder abmessen und in das Becherglas geben. Eine bewährte Parfümkomposition entsteht

aus den angegebenen Zutaten. Man kann aber auch eine individuelle Duftnote durch Zugabe anderer ätherischer Öle schaffen.

Achtung: Die **Gesamtropfenzahl** aller zugesetzten ätherischen Öle liegt bei **wenig mehr** als 20 Tropfen! Die Duftstoffe werden nur **tropfenweise zugegeben**. Die Tropfenzahl wird notiert, um die Mischung bei Gefallen **erneut herstellen** zu können.

Riechprobe: Mit Hilfe von ca. 0,5 cm breit zugeschnittenen **Filterpapierstreifen** sollte zwischendurch immer eine Riechprobe vorgenommen werden.

Deo-Creme

Zutaten: 10 g Natriumhydrogencarbonat

20 g Vaseline

12 g Talcum

Zusatz: 1 Tropfen Thymianöl

Ätherisches Öl bzw. Parfümöl (nach Belieben)

Durchführung: Zunächst das Natriumhydrogencarbonat **im Mörser sehr fein zerreiben**. Dann alle Zutaten zusammengeben und **im Wasserbad bei niedriger Temperatur erwärmen**. Umrühren bis eine gleichmäßige Verteilung erreicht ist. Zum Abschluss das Thymianöl und die Duftstoffe einrühren.

Lidschatten-Puder (dezent)

Puderbasis: 5 g Talcum

1 g Kartoffelstärke

2 g Magnesiumstearat

1 g (~1,1 mL) Jojobaöl

Pigment: 2 g Perlglanzpigment

Herstellung: Die Bestandteile der Puderbasis werden **im Mörser gründlich vermischt**. Anschließend wird mit einem Spatel das Pigment untergemischt. **Perlglanzpigmente dürfen nicht im Mörser zerrieben werden, da sie sonst zerstört würden**, daher Puderbasis und Perlglanzpigmente nur vorsichtig mit dem Spatel vermischen.

Perlglanz-Lippenstift

Fettphase: 8,2 g (~9 mL) Ricinusöl

1 g Bienenwachs

0,7 g *Carnaubawachs

Zutaten: 2 g Perlglanzpigment

evtl. Farbpigment rot

Ätherisches Öl bzw. Parfümöl (nach Belieben, nur geringe Mengen)

Herstellung: Die Bestandteile der **Fettphase** werden **im Wasserbad** so lange vorsichtig erwärmt, bis **bei etwa 80 °C eine klare Schmelze entsteht**. In die Schmelze werden die weiteren Zutaten (Farb- und evtl. Duftstoffe) sorgfältig und **klumpenfrei eingerührt**. Zur Intensivierung des Rottons kann etwa eine Messerspitze normales Rotpigment mit dazugemischt werden. Die nicht über 80 °C heiße Schmelze wird dann in die Lippenstift-Fassungen eingegossen. **Längere Zeit im Kühlschrank abkühlen lassen.** Erst dann den Stift vorsichtig ganz herausdrehen, um die Führungsschienen in der Hülse von der Lippenstiftmasse zu befreien.

***Carnaubawachs** (auch Lebensmittelzusatzstoff E 903)

Zusammensetzung: Sehr hartes Wachs aus den Blättern der brasilianischen Palme *Copernicia cerifera*.

Eigenschaften: Zeigt je nach Reinigungsgrad eine graue bis hellgelbe Farbe. **Schmelzpunkt:** 83–86 °C. Carnaubawachs **löst sich in** organischen Lösungsmitteln und **heißem Alkohol**, nicht jedoch in Wasser. **Bindet sehr gut Öl.** Verwendung als **Konsistenzgeber** in Lippen- und Schminkstiften bzw. in Salben, Cremes und anderen halbfesten Arzneimitteln.

Forrás:

<http://www.chemie-master.de/lex/kosmetik/index.html>

http://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchsteuern/Alkohol-Tabakwaren-Kaffee/Steuervergünstigung/Steuerbefreiung/Steuerfreie-Verwendung-Alkohol-Tabakwaren/Vergaellung/vergaellung_node.html

<https://de.wikipedia.org/wiki/Carnaubawachs>

Beküldési (postára adási) határidő: 2017. december 15.

A megoldásokat a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon át vagy postán küldhetitek be. A levélben küldött megoldásokat is feltétlenül **kérjük a honlapon regisztrálni**, mielőtt az alábbi címre feladjátok:

KÖKÉL német fordítási verseny
ELTE TTK Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A kézzel írók (is) mindenkorban hagyjanak a **lap mindkét szélén legalább 1-1 cm margót** (a pontoknak). minden beküldött lap tetején szerepeljen a **beküldő neve, osztálya** valamint **iskolájának neve**. Postai beküldés esetén a lapokat kérem **összetűzni!** mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címzésre!

Kémia angolul

Szerkesztő: MacLean Ildikó

Kedves Diákok!

A Kémia angol nyelven verseny a 2017/2018-as tanévben is folytatódik, melyre várjuk fordításaitokat.

A fordításokat a KÖKÉL 2010/4. számának 281-282. oldalán megjelent irányelvek alapján pontozzuk ebben a tanévben is.

Maximálisan **100 pontot** lehet kapni hibátlan fordításra. Ha valaki nem tudja befejezni a teljes szöveget határidőre, dolgozatát akkor is küldje be, hiszen a részszöveg fordításával elért pontok is beleszámítanak a pontversenybe.

A pontversenyre benevezni a <http://olimpia.chem.elte.hu> weblapon keresztül lehetséges.

A fordításokat a **nevezési weblapra feltöltve** küldjétek be!

A pontverseny első három helyezettje jutalomban részesül.

A formai követelményekre ügyeljetek: **minden egyes lap bal felső sarkában, a fejlécben szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya.**

Csak a **névvel ellátott dolgozatok** kerülnek értékelésre! Fordításaitokat szaktanárotoknak is érdemes elküldeni a többszöri átolvasást követően.

Beküldési határidő: 2017. november 6.

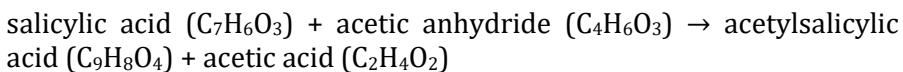
Jó fordítást, jó versenyzést kívánok!

How to Make Aspirin - Acetylsalicylic Acid

Introduction and History

Aspirin is the most widely used over-the-counter drug in the world. The average tablet contains about 325 milligrams of the active ingredient acetylsalicylic acid with an inert binding material such as starch. Aspirin is used to relieve pain, reduce inflammation, and lower fever. Aspirin originally was derived by boiling the bark of the white willow tree. Although the salicin in willow bark has analgesic properties, purified salicylic acid was bitter and irritating when taken orally. Salicylic acid was neutralized with sodium to produce sodium salicylate, which was better-tasting but still irritated the stomach. Salicylic acid could be modified to produce phenylsalicylate, which was better tasting and less irritating, but released the toxic substance phenol when metabolized. Felix Hoffman and Arthur Eichengrün first synthesized the active ingredient in aspirin, acetylsalicylic acid, in 1893.

In this laboratory exercise, you can prepare aspirin (acetylsalicylic acid) from salicylic acid and acetic anhydride using the following reaction:



Objectives & Materials

First, gather the chemicals and equipment used to synthesize the aspirin:

Aspirin Synthesis Materials

- 3.0 g salicylic acid
- 6 mL acetic anhydride*
- 5-8 drops of 85% phosphoric acid or concentrated sulfuric acid*
- Distilled water (about 50 mL)
- 10 mL ethanol
- 1% iron(III) chloride (optional, to test purity)

*Use extreme caution when handling these chemicals. Phosphoric or sulfuric acid and acetic anhydride can cause severe burns.

Equipment

- Filter paper (12.5 cm)
- Ring stand with funnel
- Two 400 mL beakers
- 125 mL Erlenmeyer flask
- 50 mL buret or measuring pipet
- 10 mL and 50 mL graduated cylinder
- Fume hood, hot plate, balance
- Dropper
- Stirring rod
- Ice bath
- Wash bottle

Let's synthesize aspirin...

Procedure

1. Accurately weigh 3.00 grams of salicylic acid and transfer to a dry Erlenmeyer flask. If you will be calculating actual and theoretical yield, be sure to record how much salicylic acid you actually measured.
2. Add 6 mL of acetic anhydride and 5-8 drops of 85% phosphoric acid to the flask.
3. Gently swirl the flask to mix the solution. Place the flask in a beaker of warm water for ~15 minutes.
4. Add 20 drops of cold water dropwise to the warm solution to destroy the excess acetic anhydride.
5. Add 20 mL of water to the flask. Set the flask in an ice bath to cool the mixture and speed crystallization.
6. When the crystallization process appears complete, pour the mixture through a Buckner funnel.
7. Apply suction filtration through the funnel and wash the crystals with a few milliliters of ice cold water. Be sure the water is near freezing to minimize loss of product.

8. Perform a recrystallization to purify the product. Transfer the crystals to a beaker. Add 10 mL of ethanol. Stir and warm the beaker to dissolve the crystals.
9. After the crystals have dissolved, add 25 mL of warm water to the alcohol solution. Cover the beaker. Crystals will reform as the solution cools. Once crystallization has started, set the beaker in an ice bath to complete the recrystallization.
10. Pour the contents of the beaker into a Buckner funnel and apply suction filtration.
11. Remove the crystals to dry paper to remove excess water.
12. Confirm you have acetylsalicylic acid by verifying a melting point of 135 °C.

Let's see some questions now:

Here are some examples of follow-up activities and questions which may be asked upon synthesizing aspirin:

- You can compare the actual and theoretical yield of acetylsalicylic acid based on the initial quantity of salicylic acid. Can you identify the limiting reactant in the synthesis?
- You can compare the quality of the synthesized aspirin with commercial aspirin and salicylic acid. Add one drop of 1% iron III chloride to separate test tubes containing a few crystals of each substance. Observe the color: Pure aspirin would show no color, while salicylic acid or traces of it in impure aspirin will show a purple color.
- Examine the aspirin crystals under a microscope. You should see white small-grained crystals with obvious repeating units.
- Can you identify the functional groups in salicylic acid? Can you predict how these groups affect the properties of the molecule and how the body reacts to it? Salicylic acid has an -OH group (an alcohol) and a carboxyl group -COOH (an organic acid). The acid portion of the molecule is one of the factors that causes irritation in the stomach. In addition to irritation caused by acidity, aspirin causes stomach irritation by inhibiting the production of prostaglandins, hormones responsible for slowing gastric acid production.

- Can you explain what happened to the -OH group in the salicylic acid when the acetic acid was added? The -OH group from the salicylic acid combined with the acetic acid, producing water and an ester group. Can you see what effect this had on the end product? This reduced the strength of the acid and made the aspirin easier to ingest.
- Why do you think the aspirin was washed with distilled water? How did this affect the end product? How did this affect the actual product yield? Washing the aspirin removed most of the unreacted salicylic acid and acetic anhydride to yield a purer product. Some product was dissolved and lost in the washing process. Cold water was used to minimize dissolving the product.
- How did the synthesis use different temperatures to affect the solubility of aspirin? At higher temperatures (warm water), molecules have more kinetic energy and collide with each other more often to interact with water molecules, increasing the solubility of the aspirin. The ice bath slowed the molecules, allowing them to more easily stick together and "fall out" of solution or crystallize.

Forrás:

<https://www.thoughtco.com/how-to-make-aspirin-acetylsalicylic-acid-606315>



KERESD A KÉMIÁT!

Kedves Diákok!

Ezen a helyen is szeretne a szerkesztőbizottság elköszönni a rovat alapítójától, és eleddig egyetlen szerzőjétől, Kalydi Györgytől. Kilenc éven át végzett odaadó munkáját mi is, de reméljük, az olvasók, beküldők is köszönik. A „Keresd a kémiát!” rovat az egyik legnépszerűbb pontversenyünk, és bár Kalydi tanár úr nem tudja, a szerkesztőség folytatni kívánja a jövőben is. Idézeteket és feladatjavaslatokat bárkitől szívesen fogadunk.

A feladatmegoldások beküldése előtt mindenkit kérünk, hogy nevezzen be a pontversenybe a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon. A megoldásokat is a fenti honlapon át lehet majd beküldeni. A postai beküldés is lehetséges, de a levélben küldött megoldásokat is feltétlenül **kérjük ugyanezen a honlapon regisztrálni** (hogy ne veszhessenek el). A feltöltött vagy postázott megoldások formai követelményei megegyeznek a Gondolkodó rovatban megadottakkal.

A postacímünk: KÖKÉL Keresd a kémiát, ELTE Kémiai Intézet, 1518 Budapest, Pf. 32.

Beküldési határidő: 2017. november 6.

Jó versenyzést kívánunk mindenkinél!

1. idézet

„Miközben az űsember átment az űserdőn, az űserdő is átment rajta”, állapította meg találóan a porlói biokémiai tanszék nemcsak külsejében, de bensőjében is fiatal vezetője. Az emberi szervezet ezért nem gondoskodott előállításáról, nekünk magunknak kell ezt a szervezetünkbe juttatnunk. A férfinak, aki hajlamos volt arra, hogy a kémcsőkben lejátszódó folyamatokat a legmerészebb filozófiai feltevésekkel párosítsa, már hollandiai, angliai, amerikai kutatásai során sikerült egy általa elő-

ször "ignose" (nemtudom-mi-cukor) majd "Godnose" nak (Isten-tudja) elkereszttel vegyületet tiszta állapotban előállítani. Mivel a tudomány főlkent papjai nem vették komolyan, kénytelen volt a hangzatos "hexuronsavra" keresztelni az anyagot." (Temesi Ferenc: Por, 1986-87)

Kérdések:

- A regény fiktív helyszíne Porlód, de a kémiát ismerőknek nem je-lenthethet gondot az idézet alapján a várost, a tanszékvezetőt és a ve-gyületet valós párokukkal azonosítani. Mik ezek?
- Írd fel a vegyület összegképletét!
- A hexuronsav vizes oldata savas kémhatású. Rajzold fel a vegyület szerkezeti képletét, és jelöld meg melyik részletnek tulajdonítható a savasság!
- A vegyület legfontosabb reakcióiban redukálószerként viselkedik, például elszínteleníti a Lugol-oldatot. Írd fel a reakció egyenletét és rajzold fel a savból keletkező reakciótermék szerkezetét!
- A tiszta hexuronsav előállításakor fontos lépés volt olyan nyers-anyagot találni, amiben kevés, a hozzá hasonlító, és ezért tőle nehe-zzen elválasztható anyag van. Mi volt a nyersanyag, és milyen, a he-xuronsavra emlékeztető vegyületcsaládból van benne kevés?
- Manapság hatalmas mennyiségen állítanak elő hexuronsavat, de jellemzően nem úgy, hogy kivonják valamilyen növényi alapanyag-ból. Mi a kiindulási anyaga a hexuronsav előállításának?

(Magyarfalvi Gábor)

2. idézet

„- Kérem, szegény, szerencsétlen...

Egy pengőt nyomott a markába, aztán még egyet, aztán gyorsan még egyet. Végül a három pengőre aprópént is szort, sok kis rezet és nikkel, mintha az édes adományt még megcukrozná porcukorral.”

(Kosztolányi Dezső: Véletlen, novella, 1931)

- a. Valóban voltak tiszta rézből és nikkelből készített aprópénzek forgalomban a novella születésekor? Milyen fémekből álltak a pénzérémék ekkor? Miért élıhetett a szerzı költői rövidítéssel mégis?
- b. Van-e ma Magyarországon forgalomban olyan pénzérme, amely összetelében hasonlít a novella születésekor forgalomban lévőkre? Ha igen, melyik?
- c. Várható-e különbség az egyes érmék korrozióállóságában? Milyen reakciók hatására változhat meg a minden napos használatban az érmék megjelenése?
- d. Ha kémiai analízis céljára fel kellene oldani az érméket, miben lehetne ezt megtenni, és milyen oldható termékek keletkeznének?
- e. Az egyes érmekből kapott oldatok esetében milyen kémiai reakciók segítségével lehetne elválasztani egymástól az ötvözleteket alkotó fémeket?

(Magyarfalvi Gábor)

Kiss Andrea

Hatalmas győzelem az I. Nemzetközi Kémiai Tornán

2017. június 26. és 30. között rendezték a moszkvai Lomonoszov Egyetemen az első Nemzetközi Kémiai Tornát (International Chemistry Tournament, IChTo, ejtsd: isto). Magyarország egy hatfős csapattal képviseltette magát, amely minden várakozást felülmúlva az abszolút első helyen végzett!

A verseny eredetileg a moszkvai iskolák viadala volt, később más területekről is érkeztek csapatok. Idén először hirdettek nemzetközi versenyt, és ekkor lett a Torna hivatalos nyelve az angol. Jellegében teljesen más, mint az általunk ismert többi kémaverseny. A feladatokat hónapokkal a verseny előtt nyilvánosságra hozták. A versenyzőknek 12 érdekes, nyitott végű kérdést kellett kidolgozniuk. A Csillagok háborújában szereplő skakoiak légzésének kémiája, Tolkien szilmariljainak szerkezete, valamint A nyolcadik utas: a Halál című filmben bemutatott idegenek szinte minden oldó vérének összetétele – ezek voltak a legnépszerűbb problémák.

A fordulók során a diákok prezentálták elköpzeléseiket az adott témaáról, megvédték elméletüket más csapatok, illetve a zsűri kérdéseire válaszolva. Vitatták az ellenfelek megoldásait, összefoglalták más csapatok összecsapásait. Fantasztikus volt látni a folyamatos fejlődést: az újabb megmérettetések egyre több tapasztalattal ruházta fel a magyar diákokat, így napról napra jobban teljesítettek. Az utolsó, 4. fordulóban nyújtott kimagasló teljesítménnyel sikerült bekerülni a legjobb három csapat számára rendezett döntőbe. Ez már önmagában óriási dolog, az pedig szinte felfoghatatlan, hogy ezt a döntőt sikerült megnyerni! A feladatok szövege és a részletes szabályok is elérhetőek a ichto.org honlapon.

A magyar csapat tagjai:

Arany Eszter Sára, Lovassy László Gimnázium (Veszprém)

Botlik Bence Béla, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium (Budapest)

Dragan Viktor Konstantin, Petrik Lajos Szakgimnázium (Budapest)

Gräff Ádám Tamás, ELTE Radnóti Miklós Gimnázium (Budapest)

Mihályi Zsolt, Petrik Lajos Szakgimnázium (Budapest)

Stenczel Tamás Károly, Török Ignác Gimnázium (Gödöllő)

Eszter különdíjat is nyert, mert kiemelkedően sok pontot szerzett a csapatnak, Stenczel Tamást pedig kiváló opponensi tevékenységréért jutalmazták meg.

A csapat kísérőjeként – a diákok nevében is – szeretnék köszönetet mondani mindeneknek, akik hozzájárultak ehhez a fantasztikus eredményhez és a Moszkvában szerzett sok szép élményhez.

Vitathatatlan köszönet illeti a versenyzők összes kémia- és angoltanárát a tudásuk megalapozásáért. Az IChTo-ra való felkészítésben segített Forman Ferenc egyetemi hallgató is.

Nem juthattunk volna el a versenyre a szponzorok támogatása nélkül, ezért nagyon hálásak vagyunk a Richter Gedeon Nyrt.-nek, továbbá az Egis Gyógyszergyár Zrt.-nek, Veszprém város önkormányzatának és az Apáczai Gimnázium Jubileumi Alapítványnak. Reméljük, a továbbiakban is számíthatunk a segítségükre.

A szervezésben való segítségért szeretnék köszönetet mondani Schenker Beatrixnak (Magyar Kémikusok Egyesülete), Erdeiné Palotai Csillának (Richter Gedeon Nyrt.) és Magyarfalvi Gábornak (ELTE Természettudományi Kar).

Végül, de nem utolsósorban köszönet a Moszkvában a magyar csapatot kísérő egykori versenyzőnek, Sznyezsana Ionovának, a Kazanyi Egyetem hallgatójának, aki hasznos stratégiai tanácsaival hozzásegítette a magyar csapatot a végső győzelemhez.

A Nemzetközi Kémiai Torna 2018 magyarországi válogatóversenye

Jövő nyáron szintén Moszkvában rendezik ezt az izgalmas angol nyelvű kémiai vitaversenyt.

A magyar válogató több ponton eltér az eredeti versenytől. A legfontosabb különbség, hogy míg a nemzetközi versenyen csapatok mérik össze tudásukat, a válogatón egyénileg zajlik a küzdelem. Így felállhat egy hazai rangsor, amelynek – az anyagi támogatás függvényében – első 4-12 helyezettje kap lehetőséget, hogy részt vegyen az IChTo-n.

A válogatón 5 feladat közül egyet kell választani, ezt részletesen kidolgozni. A válogatóra való jelentkezés során kell jelezni a választott feladatot. A felkészülés során el kell készíteni a megoldás prezentációját (ppt formátum), elő kell tudni adni a megoldást 8 perc alatt. A Torna és a válogató hivatalos nyelve egyaránt az angol, így a prezentációk bemutatásától a zsűri értékeléséig minden angol nyelven történik. A szabályokkal, technikai információkkal kapcsolatos dolgok intézhetők magyar nyelven.

A válogató során a versenyző pontosan egyszer tölti be a három fő funkciót:

Reporter (előadó): bemutatja a feladatát és megvédi megoldását.

Opponent (opponens): röviden jellemzi az előadó megoldását, rámutat a hiányosságokra, vitába száll az előadóval és levonja a következtetést, hogy mennyire jó a megoldás.

Reviewer (bíráló): értékeli az előadó és az opponens teljesítményét, rámutat a hiányosságokra.

A hazai válogatón részt vevő versenyző a kiválasztott egyetlen feladatát adja elő. Opponens és bíráló szerepébe viszont bármely kitűzött feladatból kerülhet, ezért ismerni kell az összes feladatot.

Az IChTo első fordulóját megelőzi egy rövid tesztfeladatsor, ami alapján a csapatokat rangsorolják (draw, жеребьёвка). Ennek az eredménye a pontszámokban közvetlenül nem jelenik meg, de kedvező pozícióhoz segítheti a csapatot. A válogatón is lesz ilyen feladatsor, amelynek elsődleges célja a gyakorlás. A teszten jól szereplők

(korlátozott mértékben) választhatnak, hogy melyik szerepben szeretnék kipróbálni magukat korábban.

A produkciók értékelése a Nemzetközi Kémiai Torna szabályainak megfelelően történik, vagyis fejenként $240 + 120 + 60 = 420$ pont szerezhető. Ezenfelül 140 többletponttal rendelkeznek a 2017-es IChTo győztes csapatának tagjai.

Jelentkezés: 2017. október 21-ig a kiss.andrea.elte@gmail.com e-mail-címre írt, „IChTo 2018” tárgyú levéllel. Szerepeljen a szövegben a jelentkező neve, iskolája (a település nevével), osztálya, születési éve és a választott feladat sorszáma.

A válogatóverseny tervezett időpontjai: 2017. december 9. és 16. szombati napok. **A jelentkezők számának függvényében az időpont változhat!** A végleges időpontról a jelentkezési határidő lejárta után e-mailben értesítjük a jelentkezőket. Az utolsó versenynap után legkésőbb 3 nappal e-mailen értesítjük az összes résztvevőt a végeredményről.

Problem set for the Hungarian Tour of the II. International Chemistry Tournament

Problem 1. Sleeping Amor



It can be sculpting, painting, poetry or architecture Michelangelo Buonarroti was talented in all of them. But this is not everything that the brilliant Michelangelo knew. Legend says it, he made an exact copy of the old statue ‘Sleeping Amor’, in a way that everyone at that age accepted it as ancient, and was sold to Raffaele Riario cardinal, on a respectable price.

Let us assume that we are at the end of the XV. Century, and it is you who must certify the authenticity of the statue - using chemistry. How would you do that? What kind of procedures would you use? Would it be easier to do this nowadays, if yes how much, which way?

Problem 2. Along the rainbow

Каждый охотник желает знать, где сидит фазан.¹

Rainbows have encouraged people for a long time by now to craft masterpieces: writers, musicians and painters alike. Why chemists would be the ones left out?

Propose a row of reactions, in which the reaction mixture changes colour in the same order as the rainbow, provided that all the reagents are inorganic and you are not allowed to remove material from the flask.



Problem 3. Do not burn the masterpieces



*— I'm sorry but I don't believe you,' said Woland.' You can't have done. Manuscripts don't burn.' (M. Bulgakov: *The Master and Margarita*)*

It is known, that Bulgakov's Master burned his manuscript. However miraculously it was given back to him. This distinguishes him from Nikolai Gogol whose book's 'Dead Souls' second part was irretrievably lost.

Help Nikolai Vasilievich! Propose a composition for a fireproof paper, which gets black upon heating, however after getting cooled down, it completely returns to its original form, revealing the original content of the paper sheet. What kind of chemical reactions would have to occur?

¹ Word by word translation: Every hunter wants to know where the pheasant is. In the Russian script the first letter of the words are the same as the first letter of the colours of the rainbow, in the correct order.

Problem 4. Carving to set it free

'I saw the angel in the marble and carved until I set him free.'

(*M. Buonarroti*)

Be a sculptor-chemist!

Propose a way to produce coronene out of layers of graphene. Make sure that the molar mass of the product will not increase in any of the proposed steps.

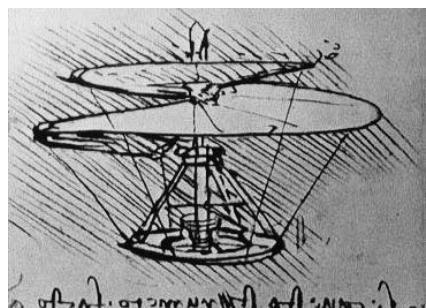
**Problem 5. Motorised molecules**

'Simplicity is the ultimate sophistication.'

(*Leonardo da Vinci*)

Leonardo Da Vinci is famous for his a lot of things, one of them is his insane machine ideas.

Come up with machine ideas as a chemist, but on a molecular level. Come up with a structure for a molecular motor and explain how it would work regarding the mechanism of movement. Explain the source of power for its work and estimate the efficiency.



Magyarfalvi Gábor

Ezüstös Bangkok

A Nemzetközi Kémiai Diákolimpiák megrendezését az előző években kísérték változások és cserék, hisz nehéz és költséges egy ilyen méretű, 300 diákot mozgató rendezvényt megvalósítani. 2017-ben viszont nyugodt és sikeres versenyre lehetett számítani. Thaiföld ugyanis sok éve már elvállalta a rendezést az egyik koronahercegnő 60. születésnapjára tekintettel. A hercegnő védnöksége nem csak formaságnak tűnt, hisz valóban publikáló kémikusról (természetes anyagok kémiája) van szó. A királyi család életébe időközben a sors beleszólt. A király őszi halála után tartó egyéves nemzeti gyász a verseny alatt is érvényben volt, és a kémikus hercegnőt betegsége miatt nővére helyettesítette a megnyitón, de a gondos előkészületek és a tetemes költségvetés meglátszott a 2017. július 6-15. között tartott versenyen.

Rengeteg közreműködővel, és kifogástalan koreografiával zajlott az olimpia, aminek szakmai részét a Mahidol Egyetem biztosította, de számos más tudományos és oktatási szervezet is közreműködött a verseny lebonyolításában. A korábbi olimpiák, például az 1999-es bangkoki esetében tapasztalt bonyodalmak (időigényes utazások, gyomorrontások, elhúzódó ünnepségek) teljesen elmaradtak. A versenyen 78 ország 297 diákja vett részt, ami rekord szám az olimpiák 49 éves történetében. Az olimpia egyik fő célja, a tehetséges diákok nemzetközi kapcsolatépítése is kiválóan sikerült.

A magyar csapat tagjainak eredményére, a négy ezüstéremre is joggal lehetünk büszkék.

Sajgó Mátyás, Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc, tanára: Endrész Gyöngyi

Turi Soma, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, tanárai: dr. Borissza Endre, Villányi Attila, Sebő Péter

Kalapos Péter, ELTE Trefort Ágoston Gimnázium, Budapest, tanára: Kutrovácz László

Botlik Bence Béla, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, tanára: Villányi Attila

Ugyan egyéni verseny lévén nem hirdetnek összesítést, a magyarok a 15. helyre kerültek a nemzetek rangsorában az egyik legjobb európaiként. A mezőny élét szokás szerint a távol-keleti országok és Oroszország dominálták.

A verseny szakmai része megfelelt a korábbi ázsiai olimpiák tapasztalatainak. Az elméleti feladatsorok terjedelme eltúlzott, a tartalmuk helyenként tankönyvi stílusú volt, ami a kihívást kereső kiváló diákok esetén nem feltétlenül szerencsés, hisz az ilyen esetekben a gyorsan és megbízhatóan dolgozó diákok vannak előnyben, nem pedig a kreatív és inventív versenyzők. A versenyeken a feladatsor első változata mindenkorban a szervezők felelőssége, de ezt a kísérő tanárok összessége, a Nemzetközi Zsűri tetszése szerint alakíthatja, már amennyiben erre a rendelkezésre álló időben módja van. Sajnos a feladatkitűzők több helyen is eltértek a bevett szokásoktól. Nem próbáltatták ki a feladatsort olyanokkal, akiknek ismeretlenek voltak a példák, így sem az időigényről, sem a feladatsor buktatóiról (pl. mindenki, vagy senki által megoldott részkérdések, rosszul pontozható részek) nem volt tudomásuk. A feladatsort tapasztalt mentorok sem tudták előre véleményezni, és a szerzők nem fogadták el a kísérő tanárok előzetes javaslatait sem, így a plenáris vitára maradt sok megvitatnivaló. Minthogy a kérdések egyenként egyszerűek voltak, így nemigen volt többsége az egyes kérdések törlésének, hiába tartott hajnalig a vita, megmaradt a 11 feladat 5 órára.

A gyakorlati fordulók a kémiai diákolimpiák nagyon fontos részét képezik, mindenkorban gyakran voltak a közelmúltban elégedetlenek a laborfeladatokkal a tanárok. A feladatkitűzőknek nyilván figyelemmel kell lenniük arra, hogy a középiskolásoknak eleve kevés laboratóriumi tapasztalata van, és lassabban dolgoznak, mint egy gyakorlott technikus, vegyész. Másrészt az elvégzendő kísérletnek is jól reprodukálhatónak, érdekesnek kell lennie. Sőt, az talán még ennél is fontosabb, hogy értékelésekor valóban azt tükrözze, mennyire jól dolgozik a diákok: ha elvét egy lépést, nem az előírásos módon csinálja, akkor rosszabb mérési eredményt, kevesebb terméket kapjon. Az idén nem volt probléma az időigennnyel. Bár 3 feladat volt (pH indikátorok spektrofotometriás vizsgálata, a kalcium-jodát oldhatóságának titrálásos meghatározása és egy szerves szintézis), ezek általában különösebb nehézség nélkül lementek a laborforduló 5 órája alatt. Az

értékelhetőségekkel kapcsolatban viszont támadtak kétségek utólag. Sajnos előre ezt nehéz volt megsejteni, ugyanis a szervezők ezt a fordulót sem próbáltatták ki egyben, és nem láthattunk előre reprezentatív eredményeket.

A tulajdonképpen szellemes spektrofotometriás mérésnél olyan pontosságot vártak el a szerzők ugyanis, ami már a mérés eredendő hibáját közelítette. A néhány nappal korábban és a verseny ideje alatt a szerzők által lebonyolított mérések között például már a hibahatárnál nagyobb volt az eltérés. Így aztán a diákok pontjait befolyásolhatta a véletlen (a műszerük beállítása, a mérőhelyük hőmérséklete). A másik kérdéses gyakorlat a szerves szintézis volt, aminél az előállítás után átkristályosítással tisztított termék minősége és mennyisége volt a döntő. Csakhogy a szerzőknek is csupán a felhasznált anyag 7%-át sikerült csak megkapniuk a saját eljárásukkal, ami tehát valószínűleg nem volt részleteiben kidolgozva. Nem lehetett tudni milyen tényezők befolyásolják, hova és miért tűnik el a 93%-nyi kiindulási anyag. Ha valaki nem a recept szerint dolgozott, pl. tovább melegítette a reakcióeleget, könnyen kaphatott az elvártnál több anyagot, így nem feltétlen a legjobban dolgozók kapták a legtöbb pontot.

A szabályok szerint az olimpiára két hét felkészítés engedélyezett. Talán már csak a magyar csapat az egyetlen az élbolyban, aki szigorúan tartja magát ehhez. A távol-keleti versenyzőktől hallani, hogy ŏket már évekkel korábban kiválasztják. Nálunk az idén is éles versenyben alakult ki a négy fő az ELTE Kémiai Intézete által végzett válogatón. A tágabb keretbe az OKTV és a KÖKÉL levelező versenyének legjobbjait hívtuk meg. Mindkét héten a reggeltől estig tartott órák és laborok mellett három vizsgadolgozat is terhelte a résztvevőket. A dolgozatok szerzői és az órák tartói között is sok a volt olimpikon, nem csak az ELTE-ről, hanem több cégtől, kutatóintézetből. A felkészítő és az utazás költségeit az EMMI idén megemelt támogatása tette lehetővé. A csapat kísérői Zihné Perényi Katalin, Szabó András és én voltunk a felkészítők közül. A kísérők munkáját szakmai megfigyelőként segítette Villányi Attila, aki saját költségén utazott velünk. Az olimpia résztvevő országai az esemény végén újra megválasztottak engem az verseny Intézőbizottságába (Steering Committee) a következő két évre. 2018-ban a jubileumi 50. versenyt két ország, Szlovákia és Csehország együtt rendezi, részben az első olimpia helyszínén, Prágában.

MŰHELY



Tóth Zoltán

A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények

II. A módszer egyes lépéseinak elemzése

Az előző részben (Tóth, 2017) részletesen bemutattam Eric Mazur, a Harvard Egyetem fizikaprofesszora által kidolgozott és alkalmazott „egymás tanítása” (peer instruction) interaktív módszert (Mazur, 1997), amely épít a tanulók közötti kommunikációra és kihasználja az egymást tanítás lehetőségeit. Szerencsésen ötvözi a hagyományos frontális tanítás, a problémaalapú tanítás és a kooperatív tanítás elemeit. Elsősorban a fogalmi megértés – és részben a probléma-megoldás – ellenőrzésére és elmélyítésére alkalmas. A módszer leírásán kívül bemutattam a hatékonyságát vizsgáló pedagógiai kísérletek eredményeit is.

Az elmúlt több mint két évtized kutatásai azt mutatják, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer eredményesen alkalmazható az egyetemi oktatásban. Szinte valamennyi tanulmányban arról számoltak be, hogy elősegíti a hallgatók fogalmi megértését, fejleszti a probléma-megoldás szempontjából fontos tudástranszfert, és pozitív irányba változtatja a tantárggyal kapcsolatos attitűdöket. A hallgatók többsége nem zárkózik el a módszer használatától, sőt inkább pozitívan viszonyul ahhoz. Bár a vizsgálatok többsége az egyetemi szintű képzésben, és elsősorban a fizika oktatásában történt, valószínű, hogy

eredményesen alkalmazható a középszintű – elsősorban fakultációs – kémiaoktatásban is.

Ebben a tanulmányban részletesen elemzem a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer egyes lépéseit, bemutatom az azokkal kapcsolatos nemzetközi tapasztalatokat, és felhívom a figyelmet a leggyakoribb buktatókra is. A tanulmány megírásakor számos helyen támaszkodtam Vickrey és mtsai (2015) összefoglaló közleményére.

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer lépései

Az előző közleményben már bemutatott ábra (Tóth, 2017: 1. ábra) alapján az „egymás tanítása” módszer főbb lépései a következők:

1. Kérdésfelvetés
2. A tanulók egyénileg válaszolnak a kérdésre (szavazás)
3. Az oktató értékeli a válaszok eloszlását
4. A tanulók egymással megbeszélnek a kérdést (egymás tanítása)
5. A tanulók újra válaszolnak a kérdésre (szavazás)
6. A két szavazás eredményének bemutatása és megbeszélése, a helyes válasz kifejtése

Kérdésfelvetés

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer a fogalmi megértésre, a fogalmi megértési zavarok feltárására és korrekciójára helyezi a hangsúlyt a tárgyi tudás és ismeret helyett. Ennek megfelelően a felvetett kérdésnek (problémafeladatnak) is a fogalmi megértésre, a tanultak elmélyítésére, alkalmazására kell irányulnia. A szavazás megkönnyítése érdekében a problémát zárt végű (feleletválasztásos) formában célszerű megfogalmazni. Két kémiai példa:

Ténybeli tudásra, ismeretre vonatkozó kérdés:

Mit nevezünk durranógáznak?

- A) A hidrogéngáz és a klórgáz 1:1 térfogatarányú elegyét.
- B) A nitrogéngáz és az oxigéngáz 4:1 térfogatarányú elegyét.
- C) A vízgőzt.
- D) A hidrogéngáz és az oxigéngáz 2:1 térfogatarányú elegyét.
- E) Az oxigéngáz és a hidrogéngáz bármilyen összetételű elegyét.

Brønsted elmélete szerint sav

- A) az a molekula vagy ion, amely protonleadásra képes.
- B) az a molekula vagy ion, amely protonfelvételre képes.
- C) az az anyag, amely vizes oldatban hidrogénionra és savmaradék-ionra disszociál.
- D) az az anyag, amely vizes oldatban hidroxidionra és valamilyen kationra disszociál.
- E) az az anyag, amely vízben oldva megnöveli az oldat hidrogénion-koncentrációját.

Fogalmi megértésre vonatkozó feladat:

Hány mól hidrogéngázt tartalmaz 1,00 mol durranógáz?

- A) 2,00 mólt.
- B) 1,00 mólt.
- C) 1/2 mólt.
- D) 1/3 mólt.
- E) 2/3 mólt.

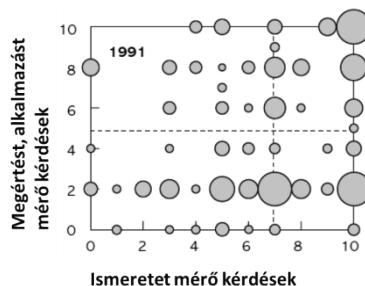
A Brønsted-elmélet értelmében a következő anyagok/részecskék közül melyik tekinthető csak savnak?

- A) HCl
- B) NH₄⁺
- C) SO₃²⁻
- D) HCO₃⁻
- E) HNO₃

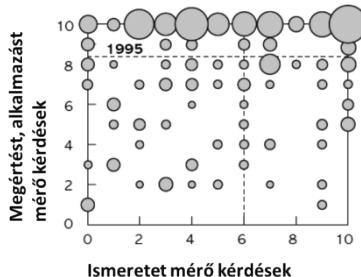
Egy feladat kognitív műveleti szintjét többféle keretrendszerben értékelhetjük (Bruck és Towns, 2009). A hagyományosnak tekinthető Bloom-féle taxonómia (Bloom, 1956) szintjei: *ismeret, megértés, alkalmazás, magasabb rendű műveletek* (analízis, szintézis, értékelés). Ezek közül az „ismeret” szintű kérdések nem alkalmasak a fogalmi megértés ellenőrzésére. Robinson és Nurrenbern (2006) a kémiai feladatok három csoportját különböztette meg: *felidézés* (tények, adatok, egyenletek, definíciók, értelmezések felidézése), *algoritmusszerű* (folyamatok, eljárások, megoldási módszerek ismerete) és

magasabb rendű kérdések (információk kezelése, kiválasztása, tudástranszfer egy ismert területről ismeretlenre). Bretz, Smith és Nakhleh (2004) az előbbi keretrendszer finomítása révén a következő három csoportot javasolta: *definíció/felidézés szerű kérdések* (tények, egyenletek, definíciók, magyarázatok felidézése), *algoritmusszerű kérdések* (makroszint-makroszint, makroszint-részecske-szint, részecske-szint-szimbólumszint közötti átlépés algoritmusa, többlepések algoritmusok) és *fogalmi megértésre vonatkozó kérdések* (fogalmak használata jelenségek értelmezésében, részecskeábrák elemzése, értelmezése, táblázatok, grafikonok értelmezése, kémiai és fizikai változások kimenetének előrejelzése). Ezek közül csak a legmagasabb szintű (magasabb rendű kérdések, illetve fogalmi megértésre vonatkozó) kérdések használhatók a Mazur-féle módszer során.

Rosenberg, Lorenzo és Mazur (2006) összehasonlította a hagyományos módszerrel és az „egymás tanítása” módszerrel tanított tanulók esetén egy adott fizikai téma kör felmérésében az ismeret jellegű, valamint a megértés-alkalmazás jellegű kérdések megválaszolásának sikerességét (1. és 2. ábra). Látható, hogy a hagyományos oktatáshoz képest (1. ábra) a Mazur-féle módszer lényegesen növelte a megértés-alkalmazás jellegű feladatok megoldásának sikerességét, ugyanakkor kis mértékben csökkentette az ismeret jellegű kérdésekét (2. ábra).



1. ábra. A hagyományos módszerrel oktatott hallgatók eredményessége két különböző típusú feladatcsoport esetén. A körök nagysága a hallgatók számával arányos, a szaggatott vonalak a feladatcsoportban elérő átlagot szemléltetik.
(Rosenberg, Lorenzo és Mazur dolgozatából (2006:79) átvéve)



2. ábra. A Mazur-féle módszerrel oktatott hallgatók eredményessége két különböző típusú feladatcsoport esetén. A körök nagysága a hallgatók számával arányos, a szaggatott vonalak a feladatcsoportban elért átlagot szemléltetik.
(Rosenberg, Lorenzo és Mazur dolgozatából (2006:79) átvéve)

Számos tanulmány – például Rao és DiCarlo (2000) orvosi élettanból; Smith és mtsai (2009) genetikából; Porter és mtsai (2011) informatikából; Knight, Wise és Southard (2013) fejlődésbiológiából – bizonyítja, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszerből akkor profitálnak a hallgatók a legtöbbet, ha viszonylag nehéz, magasabb rendű kognitív műveleteket igénylő feladatokat használunk. (Persze – amint a későbbiekben látni fogjuk – az sem jó, ha túl nehéz a kérdés és senki sem tudja a helyes választ.)

A tanulók egyénileg válaszolnak a kérdésre (szavazás)

Vajon szükséges-e azzal tölteni az időt, hogy a tanulók egyénileg gondolkodjanak a probléma megoldásán és válaszoljanak a feltett kérdésre? Turpen és Finkelstein (2009) szerint számos oktató nem tulajdonít jelentőséget ennek a lépésnek, és kihagyja a módszer alkalmazása során. Noha azt még valóban nem vizsgálták, hogy ennek a lépésnek a kihagyása milyen hatással van a tanulási eredményességre (Vrickrey és mtsai, 2015), néhány kérdőíves vizsgálat és interjú arra figyelmeztet, hogy ez is fontos lépése a Mazur-féle „egymás tanítása” módszernek.

A megkérdezett hallgatók szerint ugyan minden módszer hatásos, de szükséges az egyéni gondolkodás is, a válaszlehetőségek áttekintése, a saját elképzelés, vélemény kialakítása, mert így aktívabban tudnak részt venni a későbbi együttes gondolkodásban (Nicole és Boyle, 2003; Nielsen és mtsai, 2014). Nielsen és mtsai (2014) mérései szerint

statisztikailag szignifikánsan megnő az együttes megbeszélés ideje és tartalmi színvonala akkor, ha azt megelőzi az egyéni véleményalkotás és szavazás.

Mazur (1997) szerint viszont nem tanácsos 1 percnél több időt adni az egyéni gondolkodásra, mert egy idő után a hallgatók kommunikálni kezdenek egymással.

Fontos kérdés még a szavazás módja, technikája. A legegyszerűbb módja a kézfeltartás. Ez azért nem tanácsolható, mert óhatatlanul befolyásolja a helyes válaszban bizonytalan hallgatók döntését. Kis létszámú csoportok esetén megoldást jelenthet a kártyás szavazás. Ilyenkor a hallgatók a helyes válasznak megfelelő kártyát tartják fel – egyszerre. Korszerűbb szavazási módszerek az interaktív táblákhoz is illeszthető szavazóegység, vagy az okostelefon. (Utóbbiak esetén a szavazás eredményét azonnal láthatóvá lehet tenni akár oszlopdiagram formájában is.) Okostelefont, táblagépeket és laptopokat, valamint az ún. SOCRATIVE¹ alkalmazást használták a hallgatók Jarosievitz (2016a; 2016b) fizikaóráin.

Néhány tanulmány foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy vajon a szavazás módjának, eszközének van-e hatása a tanulás eredményességére és a metakognitív képességek fejlődésére.

Lasry (2008) algebraalapú mechanika kurzusán azt találta, hogy mind a kártyás szavazás, mind a szavazóegységes eljárás egyforma mértékben fejlesztette a tanulás eredményességét és a vizsgaeredményeket. Nem volt szignifikáns különbség a két csoport eredményessége között.

Érdekes módon, egy pszichológia kurzuson végzett kísérlet (Brady, Seli és Rosenthal, 2013) azt mutatta, hogy a hagyományos szavazókártyák használata inkább fejlesztette a hallgatók metakognitív készségét, mint a korszerű szavazóegység. Ugyanakkor a szavazóegységet használó csoport szignifikánsan jobb eredményt ért el, mint a szavazókártyát használók. Ennek az ellentmondásnak a feloldása további vizsgálatokat igényel.

Az eddigi eredmények tehát azt mutatják, hogy a tanulók egyéni válaszadása fontos, kihagyhatatlan lépése a módszernek. A szavazás

¹ <http://www.socrative.com/>

technikai megvalósításának viszont nincs jelentős hatása az eredményességre.

Az oktató értékeli a válaszok eloszlását

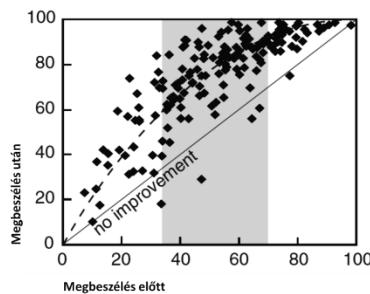
Számítógép alapú szavazási technikák esetén az oktató pillanatok alatt megnézheti az első szavazás eredményét. Kérdés, hogy *meg kell-e mutatni ezt az eredményt a hallgatóknak* is.

Néhány tanulmány (Perez és mtsai, 2010; Nielsen, Hansem-Nigård és Stav, 2012) foglalkozik ezzel a kérdéssel. Általában az volt a tapasztalat, hogy az előzetes szavazás eredménye befolyásolja a végleges eredményt: a hallgatók egy része az előzetes szavazáson népszerűbbnek bizonyult választ jelöli meg a második szavazás során – függetlenül attól, hogy valóban az-e a helyes válasz vagy sem.

Bár ezt a kérdést még nem vizsgálták meg alaposan, az eddigi eredmények alapján úgy tűnik, hogy nem célszerű az első szavazás eredményét megmutatni a hallgatóknak a második szavazás előtt.

Másik igen fontos kérdés, hogy *miért éppen 35% és 70% között célszerű sort keríteni a közös megbeszélésre*.

Amint az a 3. ábrából kitűnik, a hallgatói megbeszélés után kapott helyes válaszok részaránya akkor haladja meg leginkább a megbeszélés előtti részarányt, ha a megbeszélés előtti sikeresség 50% körül van (Rosenberg, Lorenzo és Mazur, 2006).



3. ábra. A Mazur-féle módszerrel oktatott csoportok második szavazás esetén elért százalékos eredményességének függése az első szavazás eredményességtől (Rosenberg, Lorenzo és Mazur dolgozatából (2006:82) átveve)

Látható azonban, hogy a megbeszélés hatása még 35%-os kezdeti eredményesség esetén is lehet jelentős. Ezt támasztják alá Simon,

Kohanfars és Lee (2010), valamint Smith és mtsai (2009) eredményei is. A 35%-os alsó határt tehát nem szabad szigorúan venni, ettől az oktató lefelé elérhet, legfeljebb néhány rávezető kérdéssel segítheti az eredményesebb csoportmegbeszélést.

A tanulók egymással megbeszélik a kérdést (egymás tanítása), majd újra szavaznak

Ez a lépés a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer legfontosabb része. Felvetődik a kérdés, hogy a második szavazás eredményességét mennyiben befolyásolja a megbeszélés, és mennyiben az, hogy több ideje van a tanulóknak a válasz átgondolására. Lasry és mtsai (2009) vizsgálata azt mutatja, hogy a társakkal való megbeszélés sokkal nagyobb mértékben javította a második szavazás eredményét, mint a csendben elmélkedés.

A társakkal való beszélgetés elemzése során Brooks és Koretsky (2011) azt találta, hogy még azoknak a hallgatóknak a fogalmi megértése is fejlődött a megbeszélés során, akik az első szavazásnál helyes választ adtak.

A társakkal való megvitatás nem csak az adott probléma helyes megoldását segítette elő, hanem az ahhoz hasonló problémák megválaszolását is (Smith és mtsai, 2009; Porter és mtsai, 2011). Ez azt mutatja, hogy a hallgatók nem csak mechanikusan elfogadják a helyes választ, hanem többé-kevésbé meg is értik annak magyarázatát, és az így szerzett tudásukat képesek transzferálni másik hasonló problémára is.

Egy újabb kutatás (Zhang, Ding és Mazur, 2017) pedig arra hívja fel a figyelmet, hogy sokkal hatékonyabbak azok a közös megbeszélések, amelyek állandó csoportban történnek, mintha csak véletlenszerűen állnának össze a csoportok.

Néhány tanulmány (James, 2006; James, Barbieri és Garcia, 2008); Turpen és Finkelstein, 2010) foglalkozik azzal a problémával, hogy a társdiszkusszióban való részvétel pontokkal (jegyekkel) történő értékelése hogyan befolyásolja a hallgatók aktivitását a társ-megbeszélések során. Azt találták, hogy amennyiben csak a jó választ adók kapnak pontot (jó jegyet), akkor ez csökkenti a társmegbeszélés intenzitását és hatékonyságát. Amennyiben pusztán a megbeszélésben

való részvételéért már jár a pont, annak pozitív hatása van a társmegbeszélésre.

Fontos további kérdés, hogy mennyi időt adjunk a tanulóknak a probléma megbeszélésére. Ez az idő általában 2 perc és 5 perc között változik. Figyelemre méltó Miller és mtsai (2014) tanulmánya, amelyben arról számolnak be, hogy a csoportmegbeszélés során általában azok adják le legkésőbb a szavazatukat, akik nem tudják a helyes választ, vagy továbbra sem biztosak benne. Szerintük az optimális idő az, amelyen belül a hallgatók 80%-a leadja szavazatát.

A társakkal való megbeszélés tehát elhagyhatatlan eleme a Mazur-féle módszernek. Nem csak az adott kérdés helyes megoldásának megtalálását és megértését segíti elő, hanem más hasonló jellegű kérdésekét is. Ezt a megbeszélést célszerű néhány fős, előre összeállított csoportban végezni. A szükséges idő néhány perc, vagy annyi idő, amennyi a csoport 80%-ának szavazatleadásához szükséges volt.

A két szavazás eredményének bemutatása és megbeszélése, a helyes válasz kifejtése

Smith és mtsai (2011) két genetika kurzus során összehasonlították a csak társmegbeszéléssel, a csak oktatói magyarázáttal, valamint a társmegbeszéléssel és az oktatói magyarázáttal is dolgozó csoportok eredményességét. Szignifikánsan jobb eredményt ért el a harmadik csoport, akik mind a társakkal való megbeszélésben, mind az oktatói magyarázatban részesültek a problémák feldolgozása során. Hasonló eredményre jutott Zingaro és Porter (2014a, 2014b) informatika kurzusok esetében. Sőt még azt is kimutatták, hogy a kurzust lezáró vizsgán is szignifikánsan jobban teljesített az a csoport, amelyik mindenkorral feldolgozási módszert használta, szemben a csak társakkal való megvitátást használó csoporttal.

Amint azt már korábban megállapítottuk, hogy ebben a fázisban mindenkorral jó, ha az oktató bemutatja a két szavazás eredményét, a válaszok eloszlását.

Összefoglalás

Az eddigi szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer egyik lépése sem hagyható el a módszer eredményességének csökkenése nélkül. Fontos a megfelelően megfogalmazott problémafelvetés. A probléma ne ismeretet, felidézést mérjen, hanem a tanultak megértését, még inkább alkalmazását. Kiderült, hogy mind a megoldás megértése, mind a metakogníció fejlesztése miatt nem hagyható el az, hogy rövid ideig a hallgatók maguk is elgondolkozzanak a problémán, és egyedül próbálják megválaszolni a kérdést. Nem ajánlott viszont az első szavazás eredményének bemutatása. A módszer akkor a leghatékonyabb, ha az első szavazás során a hallgatóknak csak 35-70%-a ad helyes választ. A társmegbeszélés alapvető fontosságú ebben a módszerben. Úgy tűnik, hogy az előzetesen kialakított, és egy kurzus során állandó összetételű csoport hatékonyabban tud dolgozni, mint az óráról órára változó, alkalomszerűen összeállt csoport. A társmegbeszélést kísérő tanári magyarázat tovább növeli a módszer hatékonyságát.

A szakirodalmi adatok szerint egy kérdés ilyen módon való feldolgozása átlagosan 15 percet (10-20 percet) vesz igénybe, tehát egy tanítási órán (45-50 perc) legfeljebb három ilyen kérdésfeldolgozásra van lehetőség.

Szakirodalmi hivatkozások

Bloom B. S. (1956): *Taxonomy of educational objectives, handbook I: the cognitive domain*, New York, David McKay Co. Inc. (Idézi: Bruck és Towns, 2009)

Brady, M., Seli, H., Rosenthal, J. (2013): “Clickers” and metacognition: a quasi-experimental comparative study about metacognitive self-regulation and use of electronic feedback devices. *Computers & Education*, 65, 56–63.

Bretz S. L., Smith K. C. and Nakhleh M., (2004), *Analysis of the ACS blended general chemistry exams using a new coding framework*, 227th American Chemical Society National Meeting, Anaheim, CA, March 28, 2004. (Idézi: Bruck és Towns, 2009)

Brooks, B. B. J. és Koretsky, M. D. M. (2011): The influence of group discussionon students' responses and confidence during peer instruction. *Journal of Chemical Education*, 88, 1477–1484.

- Bruck, A. D. és Towns, M. H. (2009): Analysis of classroom response system questions via four lenses in a General Chemistry course. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 291–295.
- James, M. C. (2006): The effect of grading incentive on student discourse in peer instruction. *American Journal of Physics*, 74, 689.
- James, M. C., Barbieri, F. és Garcia, P. (2008): What are they talking about? Lessons learned from a study of peer instruction. *Astronomy Education Review*, 7, 37–43.
- Jarosievitz B. (2016a): The impact of ICT and multimedia used to flip the classroom (Physics lectures) via Smart phones and tablets. In: Lars-Jochen, T., és Raimund, G. (szerk.): *Proceedings of the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning*. Mulhouse, European Physical Society (EPS), 357–363.
- Jarosievitz B. (2016b): Fordulj a társadhoz! Saját eszközökkel megvalósított interaktív tanítási módszer a fizika oktatásában. In: Karlovitz J. T. (szerk.): *Társadalom, kulturális háttér, gazdaság: IV. IRI Társadalomtudományi Konferencia*. Komárno, International Research Institute, 396–402.
- Knight, J.K., Wise, S.B. és Southard, K. M. (2013): Understanding clicker discussions: student reasoning and the impact of instructional cues. *CBE Life Science Education*, 12, 645–654.
- Lasry, N. (2008): Clickers or flashcards: is there really a difference? *Physics Teaching*, 46, 242.
- Lasry, N., Charles, E., Whittaker, C. és Lautman, M. (2009): When talking is better than staying quiet. In: Sabella, M., Henderson, C és Singh, C. (eds.): *Physics Education Research Conference*, Melville, NY, American Institute of Physics, 181–184.
- Mazur, E. (1997): *Peer instruction - A user's manual*. Prentice Hall, Inc. Simon & Schuster, New Jersey
- Miller, K., Lasry, N., Lukoff, B., Schell, J. és Mazur, E. (2014): Conceptual question response times in peer instruction classrooms. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 10, 020113.
- Nicol, D. J. és Boyle, J. T. (2003): Peer instruction versus class-wide discussion in large classes: a comparison of two interaction methods in the wired classroom. *Studies in Higher Education*, 28, 458–473.

- Nielsen, K. L., Hansen-Nygård, G. és Stav, J. B. (2012): Investigating peer instruction: how the initial voting session affects students' experiences of group discussion. *ISRN Education*, 290157.
- Nielsen, K. L., Hansen, G. és Stav J. B. (2014): How the initial thinking period affects student argumentation during peer instruction: students' experiences versus observations. *Studies in Higher Education*, 3, 1–15.
- Perez, K. E., Strauss, E. A., Downey, N., Galbraith, A., Jeanne, R., Cooper, S. és Madison, W. (2010): Does displaying the class results affect student discussion during peer instruction? *CBE Life Science Education*, 9, 133–140.
- Porter, L., Bailey-Lee, C., Simon, B. és Zingaro, D. (2011): Peer instruction: do students really learn from peer discussion in computing? In: ICER '11: *Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research*, New York, ACM Press.
- Rao, S. P. és DiCarlo, S. E. (2000): Peer instruction improves performance on quizzes. *Advances in Physiology Education*, 24, 51–55.
- Rosenberg, J. L., Lorenzo, M. és Mazur, E. (2006): Chapter 8. Peer instruction. Making science engaging. In: Mintzes, J. J. és Leonard, W. H. (eds): *Handbook of college science teaching: theory, research, and practice*, National Science Teacher Association, Arlington, Virginia
- Simon, B., Kohanfars, M. és Lee, J. (2010): Experience report: peer instruction in introductory computing. SIGCSE '10: *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, ACM Press, 341–345.
- Smith, M.K., Wood, W.B., Adams, W.K., Wieman, C., Knight, J.K., Guild, N. és Su, T. T. (2009): Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323, 122–124.
- Smith, M. K., Wood, W. B., Krauter, K. és Knight, J. K. (2011): Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning from in-class concept questions. *CBE Life Science Education*, 10, 55–63.
- Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, I. A módszer leírása és hatékonysága. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44(2), 160–170.

- Turpen, C. és Finkelstein, N. D. (2009): Not all interactive engagement is the same: variations in physics professors' implementation of peer instruction. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 5, 20101.
- Turpen, C. és Finkelstein, N. D. (2010). The construction of different classroom norms during peer instruction: students perceive differences. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 6, 020123.
- Vickrey, T., Rosploch, K., Rahamanian, R., Pilarz, M. és Stains, M. (2015): Research-based implementation of peer instruction: A literature review. *CBE – Life Science Education*, 14 (spring), 1-11.
- Zhang, P., Ding, L., Mazur, E. (2017): Peer instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Physical Reviews: Physical Education Research*, 113, 010104-1-9.
- Zingaro, D., Porter, L. (2014a): Peer instruction in computing: the value of instructor intervention. *Computers in Education*, 71, 87–96.
- Zingaro, D. és Porter, L. (2014b): Peer instruction: a link to the exam. *Proceedings of the 19th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, New York, ACM Press, 255–260.

Szabó Bence Farkas – Petz Andrea

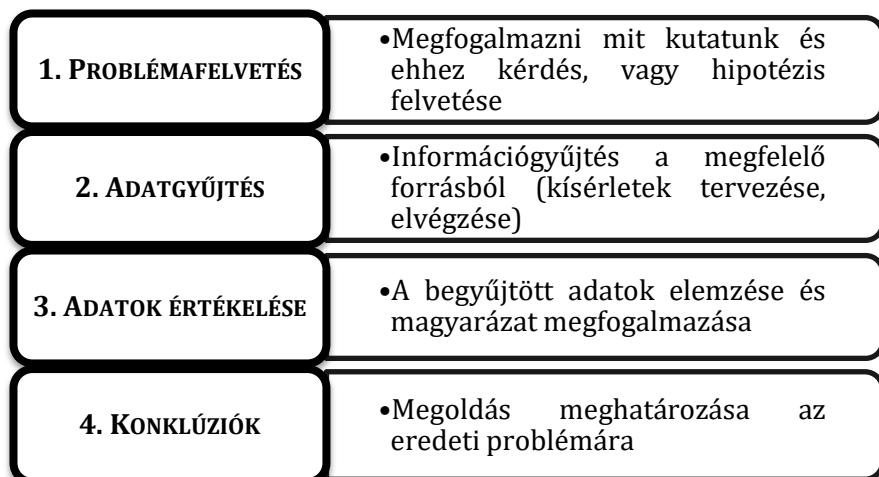
A kutatásalapú tanulás/tanítás (Inquiry Based Science Education, IBSE) összehasonlító vizsgálata kémiaszakkörön

A természettudományos oktatás a 21. században nagy kihívások előtt áll Magyarországon. A cél az ismeretalapú oktatás helyett egy kompetencialapú oktatás megszervezése, ahol a diákok a természettudományos tárgyak tanulása során nem csak ismeretek sokaságát szerzik meg, hanem azokat felhasználni, alkalmazni is képesek lesznek (Havas, 2007). A természettudományos tárgyakat így befogadhatóvá, elvezethetővé és élményszerűvé tehetjük a diákok nagyobb részénél (Csapó, 1999). Valamint a PISA mérések természettudományos kompetenciákra vonatkozó eredményeiből levont következtetések is orvosolhatóak lennének új tanítási-tanulási módszerek bevonásával (Balázs, Ostorics, Szalay, Szepesi, & Vadász, 2013).

Az előbb megfogalmazott céloknak és követelményeknek a konstruktivista pedagógia részét képező induktív módszerek lehetnek eleget (Spronken-Smith, 2008). E módszerek közül a természettudományok terén a kutatásalapú tanulás (Inquiry Based Science Education, IBSE) rendelkezik a legnagyobb nemzetközi szakirodalommal (Riga, Winterbottom, Harris, & Newby, 2017).

Az IBSE módszer – amint az 1. ábra is mutatja – gyökeresen megváltoztatja a tanóra menetét, a tanár szerepét és a tudásszerzés folyamatát (Kessler & Galvan, 2007). Ezt csak tovább színesíti az IBSE négy szintje: a megerősítő kutatás, a strukturált kutatás, az irányított kutatás, majd a nyitott kutatás. Ezek a szintek a diákok kísérletezésének teljes irányításától a kísérletezés teljes szabadságáig változtatják a tapasztalva tanulás menetét (Bell, 2008; Colburn, 2000). Ennek a gyökeres átrendezésnek és eltérő vezéreltségnek az eredményeként oktatáskutatók és pszichológusok az elmúlt 20 évben heves vitákat folytattak a módszer alkalmazhatóságáról és hatékonyiságáról (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). A módszert ugyan több nemzetközi szervezet is felkarolta (National Research Council, 1996) és a hazai

szakmódszertani kutatás is aktívan foglalkozik vele, de a hosszabb időintervallumot felölélő vizsgálatok még mindig hiányoznak a szakirodalomból (Szalay, 2016; Szalay & Tóth, 2016).



1. ábra. AZ IBSE módszerrel tervezett óra fő lépései

Munkánk célja ezért az volt, hogy (i) kidolgozzunk, egy hosszabb időintervallumot (3 hónap, 6 foglalkozás) felölélő összehasonlító feladatlapcsomagot, ami segítségével összehasonlítható az IBSE módszertannal és a hagyományos módszertannal végzett szakköri foglalkozások hatékonysága. (ii) A szakköri foglalkozásokat elvégezzük a kontrollcsoporttal és a kísérleti csoporttal, valamint (iii) előteszt és utóteszt segítségével összehasonlítsuk a két csoport teljesítményét.

Szakköri feladatlapok kidolgozása

A hagyományos feladatlapok kidolgozásához a magyar szakirodalomban található demonstrációs és tanulói kísérleteket tartalmazó szakkönyveket használtuk fel (Rózsahégyi & Wajand, 1998, 1999). E könyvek receptúráit felhasználva készítettük el a hagyományos feladatlapokat. Fontos szempont volt, hogy a feladatlapok segítségével megvalósuljon a tanult fogalmak elmélyítése és a tanulók absztrakciós képességének fejlesztése. A jól strukturált, tagolt, figyelmet irányító

feladatok segítségével ismerjék meg a kontrollcsoport tanulói a rendezett, könnyen követhető kísérletes munkát. Irányító kérdések segítségével különítsék el és gyűjtsék össze a kísérletek megfigyeléseit, majd a magyarázatait. A feladatok nehézségében a fokozatosság elvét tartottuk szem előtt, így a feladatok egy foglalkozáson belül és a foglalkozások között is egyre összetettebbé váltak. Az elvégzendő kísérletek kiválasztásánál szempontként szerepelt még, hogy a feladatok megoldásánál szükség legyen párban elvégzett munkára. A továbbiakban ezeket a feladatlapokat a *kontrollcsoport* foglalkozásain alkalmaztuk.

Az IBSE elemeket tartalmazó feladatlapok kidolgozása a nemzetközi szakirodalomban található követelmények alapján történt. A kísérleti hatás vizsgálhatósága miatt az alapkoncepciót mindenkor hagyományos feladatlapok témaival adták, és ezeket fejlesztettük tovább. A feladatlapokban megvalósítottuk a strukturált kutatásból való átvezetést az irányított kutatásba. A hagyományos módszertannal készült gondolatébresztő feladatokat követően fokozatosan egyre nehezebb kísérletek megtervezését iktattuk be. Ezzel összefüggésben pedig folyamatosan csökkentettük a megfigyelések és a magyarázatok értelmezését segítő kérdéseket, miközben megjelentek a saját mérési adatok alkalmazását célzó feladatok. Az így elkészült feladatlapokat a kísérleti csoport foglalkozásain alkalmaztuk.

Szakköri program

A szakköri program a tanév második harmadában indult 9. évfolyamos diákokkal. A foglalkozások minden esetben az adott téma tanórai tárgyalását követték. A bevezető foglalkozás után előteszt segítségével két azonos teljesítmény-eloszlású csoportot hoztunk létre. A kísérleti és kontrollcsoport foglalkozásai a csoportbontást követően külön időpontban valósultak meg. A foglalkozások 45 percesek voltak, a diákok párokban dolgoztak. A foglalkozásokat a következő tematika szerint valósítottuk meg:

1. táblázat A kidolgozott szakköri program tematikája

	Foglalkozás címe (IBSE szint)
Bevezető foglalkozás:	Laboratóriumi eszközökkel és a laboratóriumi tevékenységekkel való ismerkedés. Balesetvédelmi oktatás
Előteszt	
1. foglalkozás:	Háztartásunk kémiája (irányított kutatás)
2. foglalkozás:	A csapvízben előforduló ionok meghatározása (irányított kutatás)
3. foglalkozás:	Oldhatóság hőmérsékletfüggése (irányított kutatás)
4. foglalkozás:	Oldódás energiaviszonyai (irányított kutatás)
Utóteszt	
5. foglalkozás:	Kristályrácstípusok jellemzői (irányított kutatás)
6. foglalkozás:	Egyensúlyi reakciók vizsgálata (irányított kutatás)

Előteszt és utóteszt

Az előteszt kitöltése a bevezető foglalkozást követően történt meg, 12 tanuló töltötte ki, 5 lány és 7 fiú. Az előteszt segítségével a tanulók elméleti ismereteinek felmérése mellett, a kísérlettervező készségüket mértük fel. A tesztnél 56 elem mérte a tanulók meglévő tárgyi tudását, 27 elem a kísérlettervező készségüket. Az előteszt adatainak statisztikai analízisét (Kolmogorov-Smirnov-próba, független minták t -próbája) követően két azonos teljesítményeloszlású csoportot alakítottunk ki ($p = 0,816$): a kontrollcsoportot (hagyományos módszertánnal dolgozó csoport, $n = 6$) és a kísérleti csoportot (IBSE módszertánnal dolgozó csoport, $n = 6$).

Az utótesztet a tanulók a negyedik szakköri foglalkozást követően töltötték ki. A feladatlap a foglalkozásokon elsajátított ismeretanyaggal kapcsolatos elméleti kérdéseket tartalmazott, illetve ismételten a

tanulók kísérlettervező készségét vizsgálta. A tesztben 56 elem mérte a tanulók tárgyi tudását és 32 elem a kísérlettervező készségüket.

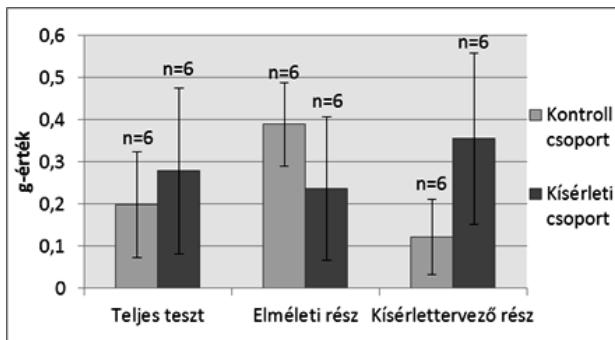
Mindkét feladatlap kitöltésére 60 perc állt rendelkezésre, számológép és periódusos rendszer használta engedélyezett volt. Az adatok statisztikai analízisét független minták *t*-próbájával végeztük el.

Teszteredmények

Az utóteszt-eredmények értékelését a Hake-féle *g*-érték segítségével végeztük el (Hake, 1998). Szignifikáns különbség egyik esetben sem volt megfigyelhető a kontroll és kísérleti csoport között, ami a nagy szórások és a kis elemszámok miatt adódhatott. Az átlagokat vizsgáltuk a teljes teszt eredményében nem volt különbség. Ha külön vizsgáltuk az elméleti részt, akkor a kontrollcsoport jobb eredményt ért el, mint a kísérleti csoport. A kísérlettervező rész esetén viszont fordított a helyzet a kísérleti csoport átlagosan jobb eredményt ért el, mint a kontrollcsoport.

Ezek alapján azzal a feltételezéssel élhetünk, hogy a hagyományos módszertannal készült feladatlapok segítségével (ahol a foglalkozások az állandóan jelenlévő receptúrák miatt gördülékenyebbek voltak) az elméleti anyag elsajátítása jobban megvalósult. Ezzel szemben a kísérleti csoport esetén (a folyamatos kísérlettervezési feladatok miatt) a diákok kísérlettervező készsége jobban fejlődött, de az elméleti anyag elsajátításának mértéke elmaradt a kontrollcsoportban tapasztalhoz képest.

A kísérleti csoport esetén fontos megfigyelni, hogy a kontrollcsoport eredményeihez képest nagyobb a szórás mindegyik vizsgált változó mentén. Ez arra enged következetni, hogy a módszer az egyéni különbségeket felerősíti, a diákok egy része a feladatlapok segítségével jobban elsajátítja a kísérlettervezést és ezzel párhuzamban az elméleti anyagot, míg más tanulók az IBSE módszertan alkalmazása esetén elmaradnak ebben a fejlődésben.



2. ábra Az előteszt és utóteszt eredményeinek összehasonlítása a Hake-féle g-érték segítségével.

A gyakorlati megvalósítás tapasztalatai, reflexió

A szakköri foglalkozások minden képpen hasznosak és támogatandóak. Fontos viszont, hogy ezekből a foglalkozásokból, a tanuló a legtöbb tudást nyerhesse, így ezzel mi pedagógusok is maximálisan kihasználjuk ezt a „plusz egy órát”. A tapasztalatok alapján ebben adunk segítséget az IBSE módszerrel tervezett foglalkozás és feladatlap.

A folyamatos, hetenként megtartott szakkörök segítségével a diákok kísérlettervező készsége jól fejlődött, hétről hétre egyre bonyolultabb feladatok elvégzésére nyílt lehetőség, így a kezdeti, egyszerűbb problémákhoz tervezett kísérletektől eljutottunk a bonyolultabb problémákhoz, hipotézisekhez tartozó kísérletekig. A tanulók több gondolkodási, problémamegoldási sémával találkoztak, amiket helyesen tudtak alkalmazni is. Ezekkel a gyakorlatokkal az elméleti tudás gyakorlati alkalmazását erősítettük, ilyen módon a diákok az elméleti órákon megszerzett tudás felhasználását, felhasználhatóságát tapasztalták meg.

A szakköri foglalkozások szorosan kapcsolódtak a tanítási órákon elhangzott anyaghoz, így új elméleti anyag bevezetésére és tárgyalására nem volt szükség. Ez lehetőséget adott arra, hogy a szakköri foglalkozások során a gyakorlati részt hangsúlyozzuk, a diákok megfigyelő készségeit fejlesszük, amit nagymértékben segít az IBSE módszer. Emellett a módszer segítségével, sokkal alaposabb

volt a diákok manuális készségeinek fejlesztése. Az eszközök és vegyszerek pusztá használatán túl a diákok a kísérlettervezés során átgondolták az adott eszköz és vegyszer hatékony kísérleti felhasználását is, illetve figyelembe vették, hogy csak a rendelkezésre álló eszközökkel és vegyszerekkel végezhető el a kísérlet.

Az IBSE feladatlapokban a kísérlettervezésen keresztül fejlesztjük a diákok természettudományos gondolkodását. Ezt jól mutatja, hogy a foglalkozásokon a kísérleti csoportban nagyobb arányban voltak a kísérlettervező feladatokra adott jó válaszok. Ez kiemelten azoknak a kérdéseknek az esetében volt megfigyelhető, ahol az ismeretek szintézisére volt szükség.

Az IBSE módszertannal megvalósított foglalkozások összességében aktívabbak voltak, a tanulók több kérdést tettek fel, a feladatokat többször olvasták el, a kísérlethez használható eszközöket, anyagokat nagyobb érdeklődéssel kutatták a tálcákon. A kísérletes munka is pezsgőbb volt, a diákok türelmetlenül várták az eredményeket.

Az előteszt értékelését követően egyértelmű tapasztalat volt, hogy a diákok kísérlettervező készsége fejlesztésre szorul. Ezt szintén nagyban segítette az IBSE módszertan. Itt érdemes leszögezni, hogy ezeknek a készségeknek a fejlesztése azért fontos, mert gondolkodási sémákat tanítunk vele a diákoknak. Ezekkel a sémákkal a későbbiekben a diákok tudományos igényű vizsgálati módszert tudnak kidolgozni egy általuk észlelt problémához. Ilyen módon az IBSE lényegében az egész életen át tartó tanuláshoz szükséges kompetenciák kialakítását is erősíti.

A munkához kapcsolódóan fontos kiemelni, hogy a szakköri foglalkozásokhoz megfelelő eszköz- és vegyszerparkra van szükség, emellett főleg az IBSE feladatlapok használata esetén fontos, hogy a párok előtt minden vegyszer és eszköz megtalálható legyen, ezzel is segítve kísérlettervezésüket. Ennek hiányában a kísérlettervezés megtorpan, a diákok az eszközök hiányában elakadnak a tervezésben.

Az IBSE feladatlapok alkalmazásával a tanár szerepe is megváltozik, a foglalkozások során ritkábban terelődik rá a figyelem, kevesebb alkalommal jelenik meg, mint kizárolagos tudásforrás. Ha a figyelem ráterelődik, abban az esetben is csak orientálja a tanulókat, hogyan folytassák a munkát, majd ismét a háttérbe vonul és figyeli a tanulók előrehaladását.

Összefoglalás

Egy új módszertan szerint végzett tanítás hatásának vizsgálatára és a hagyományos módszertannal való összehasonlítására a legjobb módszer egy randomizált kísérlet, amit PPC (pretest-posttest-control) kísérleti elrendezéssel párosítunk (Csíkos, 2012). Ezzel a kísérleti felállással az alapsokaságból azonos teljesítményeloszlású kísérleti és kontrollcsoportot hozhatunk létre. Ilyen esetben, ha az előteszt és az utóteszt között különbséget tapasztalunk, azt legnagyobb valószínűséggel a kísérleti hatás okozta.

Az előteszt és utóteszt eredményei alapján a kontrollcsoport jobban elsajátította a gyakorlatok során megismert elméleti anyagot, de a kísérlettervezésben elmaradt a kísérleti csoporthoz képest. Az órai tapasztalatok alapján elmondható, hogy a tanulók sokkal aktívabb tevékenységet végeztek az IBSE feladatmegoldás során. A feladatokat több nézőpontból is átgondolták, a magyarázatok megalkotása is önállóbban történt a kontroll csoporthoz képest.

Az IBSE módszertannal megvalósított folyamatos szakköri foglalkozások mindenképpen támogatandóak, segítségükkel a foglalkozások sokkal tevékenyebbek, a szakköri „plusz egy órát” jobban kihasználhatjuk. Emellett az IBSE olyan gondolkodási folyamatokat is megmozgat, amit a hagyományos módszertannal készült feladatlapok nem tudnak a felszínre hozni.

Kitekintés

Az itt bemutatott, valamint a szakirodalomban szereplő hasonló vizsgálatok a természettudományos tárgyak szakmódszertanának szempontjából igen fontosak és értékesek. Ezek a vizsgálatok segítenek annak eldöntésében, hogy egy ilyen vitatott módszertan alkalmazásának van-e létjogosultsága. Az is egyértelműen látszik, hogy e vizsgálatok az itt bemutatott tapasztalatok alapján kiegészítésre szorulnak, hogy szilárd alapokat adjanak az IBSE módszer felhasználhatóságáról. Ennek megfelelően az elkövetkező vizsgálatoknál minden nagy elemszámmal ($n>100$) kell a kidolgozott programot elvégezni, hogy statisztikailag értékelhető eredményekhez jussunk. Emellett a tanulók előzetes és utólagos tudásának felmérésén túl ki kell térní a gondolkodási sémák vizsgálatára, a diákok kémia tantárgyi

hozzáállásának vizsgálatára, valamint a tanulási szokások vizsgálatára, hogy egy komplex képet kapjunk a tanításról/tanulásról/tudásról.

Ezeknek a megfontolásoknak a figyelembevételével és alkalmazásával az elkövetkező kutatásokkal árnyaltabb és alaposabb képet kaphatunk az IBSE módszer alkalmazásának létfogaltságáról.

Irodalomjegyzék

- Balázsi I., Ostorics L., Szalay B., Szepesi I., & Vadász C. (2013). *PISA2012 Összefoglaló jelentés*. Budapest: Oktatási Hivatal.
- Bell R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46 (2), 26–29.
- Colburn A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23 (6), 42–44.
- Csapó B. (1999). Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. *Iskolakultúra*, 9 (10), 5–17.
- Csíkos C. (2012). *Pedagógiai kísérletek kutatás-módszertana*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Hake R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. <Http://jobs.aapt.org/>. doi:10.1119/1.18809
- Havas P. (2007). *A természettudományi kompetenciáról és a természettudományi oktatás kompetencia alapú fejlesztéséről*. Letöltés helye: május 1, 2016, <http://ofi.hu/tudastar/hazai-fejlesztesi/havas-peter>
- Kessler J. & Galvan P. M. (2007). *Inquiry in Action. Investigating Matter Through Inquiry*. American Chemical Society.
- Kirschner P. A., Sweller J., & Clark R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75–86. doi:10.1207/s15326985ep4102_1
- National Research Council (szerk.). (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press. doi:0-309-54985-X

- Riga F., Winterbottom M., Harris E., & Newby L. (2017). Inquiry-Based Science Education. In *Science Education* (pp. 247–261). Rotterdam: SensePublishers. doi:10.1007/978-94-6300-749-8_19
- Rózsahegyi M. & Wajand J. (1998). *575 kísérlet a kémia tanításához*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Rózsahegyi M. & Wajand J. (1999). *Látványos kémiai kísérletek*. Szeged: Mozaik Oktatási Stúdió.
- Spronken-Smith R. (2008). Experiencing the Process of Knowledge Creation: The Nature and Use of Inquiry-Based Learning in Higher Education. *Journal of Geography in Higher Education*, 2, 183–201.
- Szalay L. (2016). A kutatásalapú tanulás esete a magyar valósággal. *Magyar Kémikusok Lapja*, 61 (11), 339–341.
- Szalay L. & Tóth Z. (2016). An inquiry-based approach of traditional “step-by-step” experiments. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 17 (4), 923–961. doi:10.1039/C6RP00044D

Tóth Zoltán

Lente Gábor: Vízilónaptej és más történetek kémiából

Lente Gábor tudományt népszerűsítő írásaival évek óta találkozhat az Olvasó a Természet Világában, a Magyar Kémikusok Lapjában, a Középiskolai Kémiai Lapokban, de a Matematika Tanításában is, és újabban internetes blogján (ScienceBits)¹.

Válogatott írásait most kötetbe rendezve jelentette meg a Typotex kiadó. A meghökkentő címet és már-már gyermekien agyonrajzolt borítót viselő kötetben 32 írást találunk három téma köré rendezve, összesen 256 oldal terjedelemben.

Az első téma kör – *Természettudomány és szépirodalom* – témáját tekintve nem ismeretlen a KÖKÉL olvasói számára, hiszen Kalydi György „Keresd a kémiát” című rovata évek óta izgalmas feladatokat ad a diákoknak a szépirodalmi művekben – elsősorban Verne és Jókai regényeiben – fellelhető természettudományos – főként kémiai – vonatkozásokból. „A természettudományok és a matematika tanítása színesebbé, érdekesebbé tehető, ha a megoldandó feladatok történelmi feljegyzéseken vagy irodalmi műveken alapulnak.” – írja a Szerző *Honnan nézte Poszeidón Trója ostromát?* című tanulmányában. És valóban, számtalan példát találunk ebben a könyvben a humán és a természettudományos műveltség integrálására. (Ehhez persze egy olyan széles látókörű, a természettudományokban, az irodalomban, a zenében és a filmművészettel is jártas ember is kell, mint amilyen a Szerző...) Az *Odiüsszeusz a csillagok fényében* írásában Lente Gábor bemutatja, hogyan lehet egy irodalmi műben leírt események dátumát meghatározni a műben szereplő csillagászati és földrajzi utalások alapján. Imponáló, bár korántsem könnyed olvasmány a matematikai és földrajzi ismereteket felhasználó *Honnan nézte Poszeidón Trója ostromát?* történet. Thomas Mann művének apropóján (*Túl a varázshegyen*) számos érdekes, a TBC köré csoportosítható orvosi, biológiai és kémiai dolgot tudhatunk meg. Alapos – és első olvasatra

¹ http://www.inorg.unideb.hu/LenteBlog/index_magyar.html

meghökköntő – elmélkedést olvashatunk s szuperjégről (*Szuperjég*) Kurt Vonnegut „Macskabolcső” című műve okán. Nagyon érdekes és tanárnak, tanulónak igen hasznos az *Ózon az irodalomban* című írás, melyben bemutatja a Szerző az ózonnal kapcsolatos környezetkémiai ismeretek megjelenését néhány irodalmi műben. Külön érdekessége ennek a történetnek az „ózondús” kifejezés jelentésével, eredetével kapcsolatos rész. Kémiai szempontból is izgalmas a *Mi lehetett Nessus vére* című írás. Ezt a blokkot a *Shakespeare és a természettudomány* című tanulmány zárja, melyből nem csak csillagászati, de igen alapos méregtani ismeretekre is szert tehet az Olvasó. Külön értéke ennek az írásnak, hogy néhány esetben nem csak a magyar fordításokra támaszkodik a Szerző, hanem az eredeti angol nyelvű mű elemzése során mutatja be például azt, hogy a nagy drámaíró használta az „atom” kifejezést is.

Az első téma kör kétségkívül izgalmas és imponáló, de ugyanakkor olykor igen nagy figyelmet igénylő írásai után üdítőleg hatnak a második részben (*Híresek és kémikusok*) olvasható életrajzok. Ebben a részben a Szerző 10 olyan létező vagy létezett híres személynek (*Margaret Thatcher, Isaac Asimov, Alekszandr Porfirjevics Borogyin, Primo Levi, Angela Merkel, Neumann János, Dévényi Tibor, Ferenc pápa, Görgey Artúr, Kurt Vonnegut*) és egy, az írói fantázia szüleményének (*Sherlock Holmes*) életrajzát, élettörténetét mutatja be, akik végzettségük vagy munkakörük révén kötődnek a vegyészethez, a kémiahoz. Ezek kapcsán teszem meg egyetlen kritikai megjegyzésemet a könyvvel kapcsolatban. Noha a Szerző nagy hangsúlyt fektet az írásaiban szereplő idézetek fordítójának, hivatkozott publikációk fellelési helyének megadására, szót sem ejt az egyes történetekhez rendelhető fontosabb forrásmunkákról, esetleges további ajánlott olvasmányokról.

A kötet harmadik fejezete (*Mindennapi tudomány*) kifejezetten olyan, az iskolai oktatásban is felhasználható írásokat tartalmaz, melyek viszonylag könnyen kapcsolhatók természettudományos tananyagokhoz is. Kifejezetten érdekes, sőt élvezetes olvasmány az „... és lőn világosság. Fényt kibocsátó kémiai reakciók a világító rudaktól a szentjánosbogarakig, a Metanolgazda(g)ság – A jövő energiája?, a Mindenképpen meleg vízben kell mosni?, a John Travolta és a triklóretilén, A Vasa csatája az új elemekkel és a Tudomány, de minek és

kinek?, IgNobel-díjak minden mennyiségen című írás. További igen érdekes, de korántsem könnyű olvasmány a *Távolban egy napitorla* és a kötet címadó írása a *Vízilónaptej*. A *Soai-reakció és a biológiai kiralitás eredete. Isten valóban nem kockázik?* című izgalmas írás érdekessége, hogy ennek a témakörnek a kutatásában elért eredményeiből készítette Lente Gábor MTA doktori értekezését. Olvashatunk még az újabban felfedezett elemek elnevezése körüli problémákról (*Elemnévadás az uránon túl*), a kémiatörténet egyik meghatározó eseményéről (*Az első kémiai konferencia*), az iskolai kémia-tanulmányokból jól ismert Bohr-féle atommodell történetéről (*Száz éves a Bohr-féle atommodell*) és a kilogramm definíciójának problémájáról, egy esetleges új definíció várható következményeiről (*A kilogramm várható új definíciója és ennek következményei*).

Szerző és műve többnyire elválaszthatatlanok egymástól. Ezért talán megbocsátható, ha a könyvismertetést a Szerző érdemeinek ismételt kiemelésével zárom. Ahogy ezt már korábban egy zárójeles megjegyzésben említettem, a kötet valamennyi írásából kitűnik Lente Gábor rendkívül széles körű humán és természettudományos műveltsége. És ez nem minden nap írástudással párosul: természettudóstól – talán nem mindenki tudja: Lente Gábor a Debreceni Egyetem Kémiai Intézetének fiatal professzora – szokatlan könnyed, élvezetes stílussal, gördülékeny mondatfüzérekkel és sajátos humorral.

Lente Gábor: *Vízilónaptej* és más történetek kémiából, Typotex, Budapest, 2017. ISBN: 978-963-2799-14-8

A szám szerzői

Berta Máté PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Botlik Bence Béla középiskolai tanuló, ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium

Forman Ferenc BSc-hallgató, University of Cambridge

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Kiss Andrea középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

MacLean Ildikó középiskolai tanár, BME Két Tanítási Nyelvű Gimnázium, Budapest

Dr. Magyarfalvi Gábor egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Petz Andrea egyetemi adjunktus, PTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Schiller Róbert ny. tudományos tanácsadó, MTA Energiatudományi Kutatóközpont

Szabó Bence Farkas PhD-hallgató, DE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Tóth Zoltán ny. egyetemi docens, DE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, MTA TTK

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

Zwillinger Márton PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

TARTALOM

SZAKMAI CIKK	281
Schiller Róbert: Te miért gondolod, hogy vannak molekulák?	281
MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Vértes Ákos	291
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR – Prókai Szilveszter	298
GONDOLKODÓ	304
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	316
Horváth Judit: Kémia németül	316
MacLean Ildikó: Kémia angolul	324
KERESD A KÉMIÁT!	329
VERSENYHÍRADÓ	332
Kiss Andrea: Hatalmas győzelem az I. Nemzetközi Kémiai Tornán ...	332
Magyarfalvi Gábor: Ezüstös Bangkok.....	337
MŰHELY	341
Tóth Zoltán: A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer II.	341
Szabó B. Farkas–Petz Andrea: IBSE kémiaszakkörön	354
KÖNYVISMERTETÉS	364
Lente Gábor: Vízilónaptej és más történetek kémiából	364
A SZÁM SZERZŐI	367

Az IChTo versenyzői kísérőikkel



Dragan Viktor, Botlik Bence, Mihályi Zsolt, Gräff Tamás, Stenczel Tamás, Kiss Andrea, Arany Eszter, Sznyezsana Ionova

Az IChO csapat a megnyitóra és a hercegnőre várakozva



Szabó András, Villányi Attila, Botlik Bence, Turi Soma, Perényi Katalin, Sajgó Mátyás, Magyarfalvi Gábor, Kalapos Péter



Bayer

A felfedezés öröme. A tanulás élvezete. A tudomány és a technika varázslatának megértése. Innovatív, kutató vállalatként a Bayer szeretné átadni a tudomány és a kutatás iránti színenedélyét a fiataloknak.

Bayer: Science For A Better Life.

