

A KÉMIA TANÍTÁSA

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A kémia szobrokban – IV. rész
(Vízi Béla)

Egy egyszerű és olcsó
oszcillációs reakció kémia
szakköri bemutatásra

(Fábián Balázs – Fehértói Judit – dr. Rábai Gyula)

A mindennapi életünk
megjelenése a kémiaórákon

(Szakács Erzsébet)

„Ugató kutya”

(Molnár Henrietta)

XX. ÉVFOLYAM 2012

1

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Németh Veronika

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Adamkovich István

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1680 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

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

ISSN 1216-7576

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

A fizikai és kémiai fogalmak megértését segítő oktatási módszerek alkalmazásának tapasztalatai a természetismeret tantárgy tanításában

Dr. Korom Erzsébet egyetemi docens, SZTE

Neveléstudományi Intézet, Szeged

Dr. Nagy Lászlóné egyetemi adjunktus, SZTE TTIK

Biológia Módszertan, Szeged

A kémia szobrokban IV. rész

Vízi Béla vegyész-mérnök, Veszprémi Egyetem

Egy egyszerű és olcsó oszcillációs reakció kémia szakköri bemutatásra

Fábián Balázs egyetemi hallgató, DE

Fehértői Judit egyetemi hallgató, DE

Dr. Rábai Gyula egyetemi tanár,

DE Fizikai Kémiai Tanszék, Debrecen

A mindennapi életünk megjelenése a kémiaórákon

Szakács Erzsébet középiskolai tanár,

Szentendrei Református Gimnázium

„Ugató kutya”

Molnár Henrietta kémiantanár hallgató MSc,

ELTE TTK, Budapest

A 11. Grand Prix Chimique vegyésztechnikusi diákolimpia

Dr. Riedel Miklós egyetemi docens,

ELTE Kémiai Intézet, Budapest

Fogarasi József vegyész, Petrik Lajos Vegyipari

Szakközépiskola, Budapest

2011-ben átadták a nyolcvanadik Rátz Tanár Úr Életműdíjat

A Magyar Kémia Oktatásáért-díj 2011

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat e-mailen a kattila@mozaik.info.hu címre küldjék meg. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön fájlokban is kérjük mellékelni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat.

Dr. Korom Erzsébet – Dr. Nagy Lászlóné

A fizikai és kémiai fogalmak megértését segítő oktatási módszerek alkalmazásának tapasztalatai a természetismeret tantárgy tanításában

Bevezetés

A természettudományok tanításának meghatározó eleme az egyes diszciplínák alapfogalmainak kialakítása. A fizika és a kémia tantárgy alapozása már kisiskolás korban elkezdődik. A környezetismeret, természetismeret tananyagában az anyagok, anyagi halmazok jellemzőivel és az anyagok változásaival kapcsolatos témakörök szerepelnek; a fizikai és kémiai vonatkozású témák aránya azonban jóval kisebb, mint a biológiai vagy a földrajzi témáké. Számos vizsgálat jelzi, hogy az anyagokra és a tárgyakra jellemző tulajdonságok elkülönítése, a közvetlenül nem megfigyelhető jellemzők megismerése, az anyagokkal történő változások (pl. keveredés, oldódás, bomlás, égés) értelmezése a tanulók számára nem egyszerű feladat, mivel az eredeti, a tapasztalatokon alapuló elképzeléseik felülvizsgálatát, a kezdeti folytonos anyagszerkezeti kép megváltoztatását, a részecskeszemlélet elfogadását igényli. Az ismeretek elsajátításában jelentkező nehézségekről, megértési problémákról, a tanulmányok előtti naiv elképzelések átrendeződéséről, a fogalmi váltás folyamatairól bőséges szakirodalom áll rendelkezésre. A fogalmi fejlődést elősegítő módszerekről azonban kevesebb szó esik. A tanulmány egy olyan fejlesztő kísérlet kipróbálásáról, annak néhány fizikai és kémiai vonatkozású eredményéről számol be, amely a tudományos is-

meretek elsajátításának elősegítésére irányult a természetismeret tantárgy tanításához kötődve.

A tapasztalati tudás fejlődése, változása

A tudományos ismeretek elsajátításában jelentkező problémák hátterében gyakran az áll, hogy az ismeretek nem egyeztethetők össze a tanuló tapasztalati tudásával, aminek eredményeként a tanulók figyelmen kívül hagyják vagy eltorzítják az új információt. Az információ átalakítása tévképzetek megjelenéséhez, olyan tudáselemek kialakulásához vezet, amelyek nem felelnek meg a tudományos igényeknek. A természettudományos tantárgyakban számos témát találunk, amely tanulása során nagy valószínűséggel tévképzetek megjelenésére lehet számítani. Ilyen például a fizikában a mozgásszemlélet, az energia, a hő, a hőmérséklet, az elektromosság vagy a fény fogalmának értelmezése (Nahalka, 2002a, 2002b), a kémiában az anyagok makroszkopikus és szubmikroszkopikus tulajdonságainak elkülönítése, az anyagi halmazok jellemzőinek értelmezése a részecskemodell alapján (Dobóné, 2007; Ludányi, 2007). A tudományos információ megértéséhez gyakran a meglévő fogalmi rendszer átrendezése szükséges. Ez az átrendeződési folyamat a fogalmi váltás, amely évekig elhúzódhat, és megfelelő segítség, támogatás nélkül el is maradhat (a fogalmi váltásról lásd Korom, 2005).

Az anyagok szerkezetének megértése, a részecskeszemlélet kialakulása az egyik olyan terület, amely többszöri fogalmi váltást igényel a tanulóktól. A kisgyerekek – ahogyan azt Piaget (1929, 1970) vizsgálatai jelzik – megfigyeléseikre támaszkodnak, a világot a saját nézőpontjukból szemlélik, a dolgok legfeltűnőbb tulajdonságaira figyelnek, úgy gondolják, hogy a dolgok olyanok, amilyeneknek látjuk azokat. Az iskolába lépéskor már számos ismerettel rendelkeznek a körülöttük lévő tárgyokról, ismernek különböző anyagokat, de nem tudják elkülöníteni a tárgy, anyag, anyagfajta fogalmát. Kezdetben a tapasztalataik alapján folytonosnak képzelik az anyagokat, mivel úgy gondolják, bármilyen kicsire aprítjuk azokat, megtartják eredeti tulajdonságaikat.

Kisiskolás korban kezd differenciálódni a tömeg és a térfogat fogalma, megjelenik a gondolkodásban a reverzibilitás, a folyamatok megfordíthatóságának értelmezése. Piaget (1970) kutatásai szerint az anyagmegmaradás 7–8, a tömegmegmaradás 9–10, a tárgy elmerülésével kiszorított vízzel mért térfogat megmaradása 10–11, a téri állandóság 11 éves kor körül alakul ki. Wiser és Smith (2008) rámutattak arra, hogy mivel az anyagmegmaradás előbb alakul ki, mint a tömeg- vagy a térfogatomegmaradás, ez azt jelenti, hogy az előbbi nem függ az utóbbiaktól, a gyerekek nem tekintik a tömeget és a térfogatot az anyag kritériumának. A tömeg és a térfogat fogalmának differenciálódását segíti, ha a tanulók gyakorolják a tömeg- és térfogatomérést, megtanulják a tömeg és a térfogat mértékegységeit. A mérések és a hétköznapi tapasztalat alapján kialakul az a meggyőződésük, hogy a nagyobb tárgyak nehezebbek, a vas nehezebb, a műanyag könnyebb. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a gyerekek meg tudnák fogalmazni azt az alapvetet, hogy a tömeg minden anyag alapvető tulajdonsága, és a tömeget sem tudják szétválasztani a sűrűségtől. A fejlődés következő állomása annak felismerése, hogy a tömeg és a térfogat az anyagra jellemző fizikai mennyiségek, és annak megértése, hogy a kü-

lönböző fizikai változások során az anyagi mennyiség és a tömeg nem változik, csak a térfogat és a sűrűség.

A megértés és a fogalmi fejlődés elősegítése

A természettudományok tanításával kapcsolatos szakirodalomban számos módszertani ajánlás jelent meg a megértést és a fogalmi váltást segítő tanításhoz (lásd pl. Duit, Treagust és Widodo, 2008). Ilyen például a kognitív konfliktus, amely olyan kísérletek elvégzése vagy tudományos szövegek elolvasása után alakul ki a tanulóknál, amelyek eredménye, tartalma ellentmondásban van elképzeléseikkel. A konfliktus feloldásának érdekében a tanulók lecserélhetik a meglévő tudásukat az újra. Gyakori még az analógiák alkalmazása (lásd pl. Nagy L-né, 2006), a fogalmi térképek használata, a tanulás segítése szövegalkotással, a metafogalmi tudatosság fejlesztése és a vita. Az utóbbi évtizedben több pedagógiai kísérlet zajlott külföldön az egyes módszerek kipróbálására. A hazai szakirodalomban elsősorban módszertani ajánlások születtek a fizika és a kémia tanításához (lásd pl. Nahalka, Radnóti és Wagner, 2002; Tóth, 2001), de fejlesztő kísérletre nem került sor. A fogalmi fejlődést elősegítő fejlesztésre a biológia területén találunk példát (Mihály-Gedai és Korom, 2010). Az általunk kidolgozott fejlesztő program felhasználja a nemzetközi szakirodalomban leírt tapasztalatokat, ugyanakkor nem egy adott témában, egy bizonyos módszer kipróbálására törekszik, hanem olyan módszer-együttest alkalmaz, amely szervesen beilleszthető a tanítás menetébe, alapoz a meglévő taneszközökre és minden témakörben alkalmazható.

A program rövid bemutatása

Fejlesztő programunk a tanárok szemléletformálására, a tanulás elősegítésében játszott szerepük tudatosítására, szakmai, módszertani tudásuk fejlesztésére helyezi a hangsúlyt. Megismerteti a pedagógusokat a tudás szervező-

désére és az ismeretek elsajátítására, a fogalomalkotásra vonatkozó kutatások eredményeivel; a megértésre, fogalmi fejlődésre vonatkozó elméleti alapokkal; gyarapítja a szakmódszertani és a természettudományos szaktárgyi ismereteiket. A program a tanulókat a tananyag aktív feldolgozására készíti, lehetőséget biztosít meggyőződéseik megfogalmazására, ismereteik alakítására.

Az alkalmazott módszer-együttes fontos eleme a tanulók meglévő ismereteinek feltárása, azok figyelembevételére a tanítás során; a megértési problémák, tévképzetek azonosítása és kiküszöbölése; az elsajátított ismeretek folyamatos nyomon követése. Ennek érdekében a tanárok munkáját részletes módszertani segédanyag kidolgozásával segítettük, amelyben témakörönként megadtuk a tanítás célját, a kialakítandó fogalmak rendszerét. A témakörön belül témánként részleteztük az elsajátítandó tudást, az előfeltétel-tudást, a téma által előkészített fogalmakat, összefüggéseket; a téma tanulásakor előforduló megértési problémákat, tévképzeteket és azok lehetséges okait; a tananyag megértését segítő és elsajátításának ellenőrzését szolgáló kérdéseket, feladatokat; a témakör ismereteinek rendszerezését megvalósító feladatokat (lásd melléklet). Tanulói segédanyagot is készítettünk az egyéni, illetve csoportos tanulói tevékenységek elvégzéséhez.

A program kipróbálása a 2008/2009-es tanévben zajlott az 5. és 6. évfolyamon, a természetismeret tantárgyban. A kísérleti csoportot mindkét évfolyamon 5–5 kísérleti osztály (évfolyamonként 110 fő), a kontrollcsoportot az 5. évfolyamon 5 osztály (120 fő), a 6. évfolyamon 6 osztály (150 fő) alkotta, a kísérletbe bekapcsolódó tanárok száma 10 fő volt. A témakörök tanítása előtt és a tanév végén diagnosztikus tesztekkel vettünk fel, amelyekkel vizsgáltuk az adott témakör alapfogalmainak elsajátításához szükséges előismereteket, a szakirodalomban leírt és korábbi vizsgálatainkban (Korom, 2002; Korom, 2003) feltárt tévképzetek meglétét, illetve a tanítási tapasztalatból ismert olyan fogalmakat, amelyeket gyakran kevernek a tanulók. Ezeket

kívül a tanulói tudás értékeléséhez felhasználtuk a témakörök végén megírt témazáró tesztek eredményeit. Jelen tanulmány az eredmények közül az anyagokról, az anyagok szerkezetéről alkotott elképzelések alakulását, a térfogat, a tömeg, a sűrűség és a viszkozitás fogalmának megértését mutatja be a témakör tanulása előtt és a tanév végén ismét felvett tesztek (elő- és utóteszt) alapján. A fejlesztés biológiai vonatkozású eredményeit egy külön tanulmányban (lásd Nagy L-né és Korom, 2011) közzöltük.

Eredmények

A diagnosztikus tesztben többféle feladattípust alkalmaztunk. A tévképzetekre vonatkozóan állításokat fogalmaztunk meg, melyek igazságtartalmáról kellett döntenie a tanulóknak, majd indokolni a választ. Az első állításban azt a szakirodalomból ismert tipikus tévképzetet vizsgáltuk, hogy a tanulók nem tekintik anyagnak a gázokat, és ezért anyagi tulajdonságokat sem rendelnek hozzájuk. „A gázoknak nincs tömegük” állítás igazságtartalmát a kísérleti csoport tanulói közül az utóteszten többen ítélték meg helyesen, míg a kontrollcsoport esetében fordított tendencia figyelhető meg (1. ábra). Mindkét csoportban jellemző, hogy a döntést a tanulók közel fele nem magyarázta meg (1. táblázat). A magyarázatot adó tanulók körében legnagyobb arányban „A gáz nem látható, ezért nincs tömege” tévképzet jelent meg, amelynek meglétét a szakirodalom és korábbi vizsgálataink (Korom, 2003) alapján is feltételeztük. A kísérleti csoportban a fejlesztő feladatok hatására csökkent ennek az elképzelésnek az aránya, a kontrollcsoportban az utómérés során nem tapasztaltunk változást az előméréshez képest. A válaszkategóriák közül a második leggyakoribb esetében a tanulók konkrét tapasztalatokból kiindulva általánosítottak. Például: „A gázpalack/öngyújtó nehezebb, ha tele van”; „A gázt össze lehet sűríteni egy palackba, ekkor mérhető a tömege”. Az ilyen típusú válasz aránya a kísérleti csoportban csökkent. Mindkét csoportban előfordult az is, hogy néhány tanu-

ló egy általa ismert gáz alapján általánosított a magyarázatában. Például: „A gázoknak van tömegük, mert a levegőnek és a nitrogénnek van tömege”. Minden anyagra kiterjedő általánosítást magába foglaló magyarázatot csak a kontrollcsoport előtesztjében találtunk, mindössze öt tanulónál. A következtetést magukba foglaló válaszok a jó válaszhoz vezető út közbülső állomásának tekinthetők.

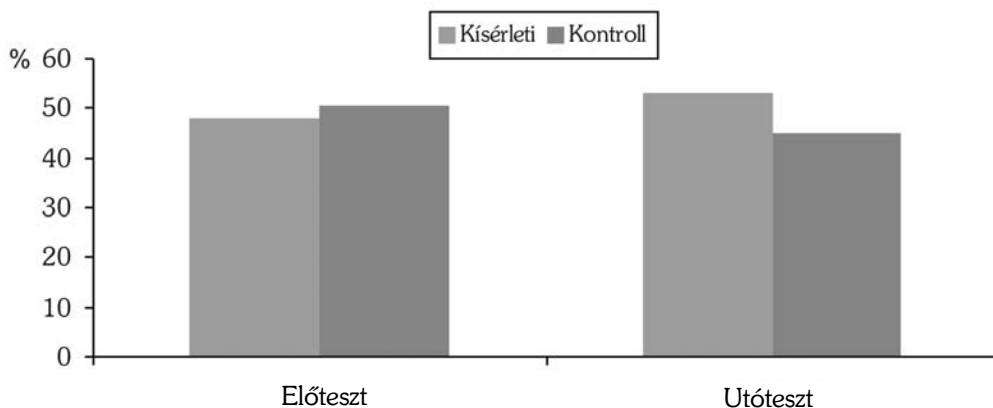
A második állítással a sűrűség fogalmának fejlettségi szintjét vizsgáltuk. „A vízbe dobott kő elmerül” állításról mindkét csoport tanulói már az előmérés során is magas arányban (90%) döntöttek helyesen. Ez arra utal, hogy a jelenséget a tapasztalataik alapján jól ismerik. A magyarázatokból azonban kiderült, hogy különböző szinten értelmezik azt. A sűrűség fogalma csak néhány tanulónál jelent meg az utóteszten (2. táblázat). A magyarázatok többségénél

a hétköznapi nyelv használata tapasztalható, amelyben gyakran keveredik a tömeg és a súly fogalma. Például: „A kő elmerül, mert nehezebb/ leviszi a súlyt/nem tud úszni, mert csak a könnyű dolog marad fenn a vízen”. A kísérleti csoportban e válaszkategória gyakorisága az utóteszten jelentősen lecsökkent, de továbbra is domináns maradt, a kontrollcsoportnál nem történt szignifikáns változás. A kísérleti csoportban a válaszkategóriák átrendeződése figyelhető meg. A kő egyéb tulajdonságaival és a víz nyomásával magyarázó tanulók aránya az utóteszten növekedett. „A kő elmerül, mert szilárd, nem üreges, nincs benne levegő” magyarázat az átlagos sűrűség nem tudományos kifejezésekkel való megfogalmazását jelzi. „A kő elmerül, mert a víz lehúzza/a víz tömege ránehezedik a kőre/a víznek nyomása van” magyarázatokkal új szempont (a víz tulajdonsága) jelenik meg a

Válaszkategóriák	Kísérleti (%) N=96		Kontroll (%) N=91	
	Előteszt	Utóteszt	Előteszt	Utóteszt
Minden anyagnak van tömege.	–	–	5,50	–
Nem látható/lebeg, ezért nincs tömege.	17,71	13,54	28,57	27,47
Konkrét tapasztalat alapján következtetés.	12,50	6,25	6,60	7,69
Konkrét gáz alapján következtetés.	4,17	6,25	4,40	3,30

1. táblázat

A válaszkategóriák aránya az elő- és utómérésben „A gázoknak nincs tömegük” állítás esetében



1. ábra

A helyes döntések aránya „A gázoknak nincs tömegük” állítás esetében

jelenség értelmezésében. A magyarázatokban egyéb tanult fizikai fogalmak (felhajtóerő, gravitáció), illetve ezek kombinációi is megjelentek néhány tanulónál. Például: „A kő elmerül, mert nagyobb a leszorító erő, mint a felhajtóerő/nagyobb a nyomás fentről”, „A kő elmerül, mert a kő tömege nagyobb, mint a víz felhajtóereje”, „A kő elmerül, mert a gravitáció lehúzza/gravitáció van a Földön”.

A sűrűség fogalmát a szakirodalomból jól ismert kérdéssel is megvizsgáltuk: „Mi a nehezebb, 1 kg toll vagy 1 kg kő? Magyarázd meg válaszodat!”. A helyes választ (ugyanolyan nehezek) már az előmérésben is a tanulók közel 70%-a tudta, a kísérleti és a kontrollcsoportban egyaránt, és ez az eredmény az utómérésben is megmaradt. Szignifikánsan csökkent az utómérés során azoknak a tanulónak a száma (kísérleti csoport előmérés: 26,04%, utómérés: 15,63%; kontrollcsoport előmérés: 31,87%; utómérés: 8,79%), akik szerint „A kő nehezebb, mert nagyobb a tömege/sűrűsége/szilárdabb/tömörebb”. Mindkét mérésben, mindkét csoportnál csak egy-két főnél jelent meg „A toll a nehezebb, mert nagyobb a térfogata/több” válasz.

A sűrűség változására direkt módon is rákérdeztünk: „Egy orvosi fecskendő végét befogjuk, és a dugattyút benyomjuk. Hogyan változott a dugattyú benyomása után a levegő sűrűsége?”

Miért?” A tanulói válaszokat a 2. és 3. ábra mutatja be. A tanulónak közel fele jól tudta, hogy a levegő sűrűsége a dugattyú benyomása után nőtt a fecskendőben. Az utóteszten a kezdetben kapott arány megmaradt, a kontrollcsoportnál megnőtt a rossz („csökkent”, „nem változott”), illetve a nem egyértelmű („változott”) válaszok aránya. Magyarázatot csak kevés tanuló adott mindkét csoportban, mindkét mérés során. A tudományosan helyes választ hétköznapi kifejezésekkel („a levegő besűrűsödött/összelement/kisebb helyen lesz”) megfogalmazó tanulók aránya nem változott lényegesen a tanítás során (kísérleti csoport előmérés: 29,17%, utómérés: 25,10%; kontrollcsoport előmérés: 31,87%; utómérés: 32,97%). Az eredmények azt mutatják, hogy ebben az életkorban a sűrűség változásának magyarázata nehéz feladat, mivel a sűrűség fogalma is nehezen elsajátítható, szükséges hozzá a tömeg és a térfogat viszonyának felismerése.

Az anyagok szerkezetével, annak változásával kapcsolatos tanulói elképzelések feltárására használtunk rajzos feladatot is, mellyel könnyebben azonosíthatók a nem vagy nehezen verbalizálható tudáselemek. Erre mutat példát az alábbi feladat.

Egy zárt palackból az oldalán lévő kivezető csövön át kiszívjuk a levegő egy részét. Rajzold le, hogyan képződ el a levegő elhelyezkedését

Válaszkategóriák	Kísérleti (%) N=96		Kontroll (%) N=91	
	Előteszt	Utóteszt	Előteszt	Utóteszt
A kő sűrűsége nagyobb.	–	3,13	1,10	5,49
A kő nehezebb.	70,83	48,96	75,82	72,53
A kő szilárd/nem üreges/nincs benne levegő.	3,13	8,33	4,40	3,30
A víz lehúzza a követ.	3,13	6,25	4,40	3,30
A magyarázatban a felhajtóerő szerepel.	3,18	–	1,10	1,10
A magyarázatban a gravitáció szerepel.	1,04	1,04	–	1,10

2. táblázat

A válaszkategóriák aránya az elő- és utómérésben „A vízbe dobott kő elmerül” állítás esetében

a palackban kezdetben és a levegő egy részének kiszívása után!



kezdetben

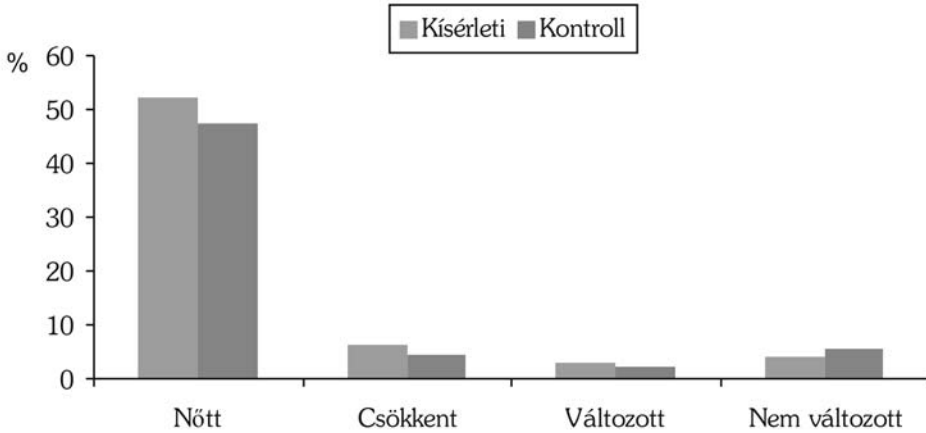


a levegő egy részének
kiszívása után

A palackban lévő levegő ábrázolásában a tanulók anyagszerkezetről alkotott szemlélete

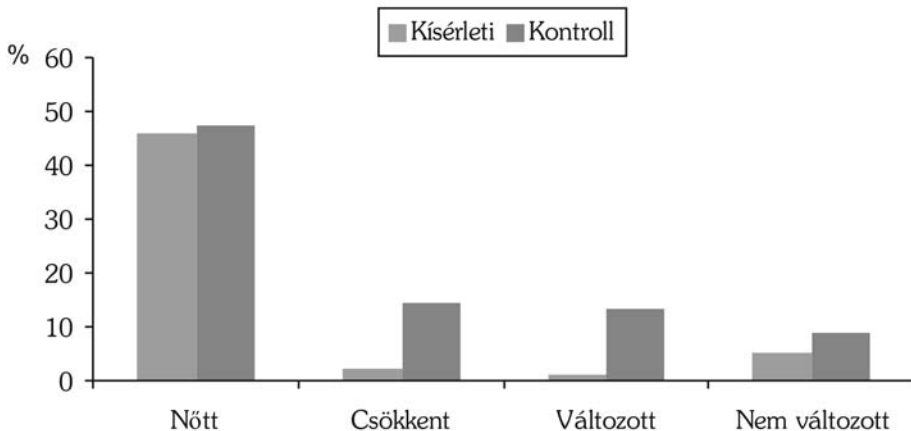
jelenik meg. A 4. ábráról leolvasható, hogy a folytonos anyagszemlélet dominál a részecskeszemlélettel szemben mindkét csoportban. A kísérleti csoportban nőtt a részecskeszemlélet és csökkent a folytonos anyagszemlélet tükröző rajzok aránya. A kontrollcsoportban a részecskeszemléletet megjelenítő rajzok aránya nem változott, a folytonosé viszont nőtt.

A 3. táblázat a levegő egy részének kiszívása utáni állapotra vonatkozó tanulói elképzeléseket foglalja össze. A helyes válasz aránya a kí-



2. ábra

A válaszok gyakorisága „A levegő sűrűségének változása a dugattyú benyomása után a fecskendőben” feladatban az előmérésben



3. ábra

A válaszok gyakorisága „A levegő sűrűségének változása a dugattyú benyomása után a fecskendőben” feladatban az utómérésben

sérleti csoportban szignifikánsan nőtt, a kontrollcsoportban pedig csökkent. A levegő egy részének kiszívását csak részben értelmezték jól azok, akik kevesebb anyagot ábrázoltak (kevésbé sátróztak, halványabb rajzot készítettek), mivel az anyagot folytonosnak képzelik el. Mindkét csoportban dominál az az elképzelés, hogy a gáz nem tölti ki egyenletesen a teret, amelynek következtében a változást úgy értelmezik, hogy a palack alsó vagy felső részében nincs levegő, mert onnan szívtuk ki. Ez az elképzelés a tanítás hatására mindkét csoportban csökkent, de a kísérleti csoportban nagyobb mértékben.

A hőtágulás kapcsán is vizsgáltuk a részecske szintű magyarázatok jellegét a következő feladattal.

Egy lehűtött műanyag palack szájára léggömböt húzunk, majd a palackot meleg vízbe

állítjuk. A léggömb felfújódik. Miért? Magyarázd meg a jelenséget!

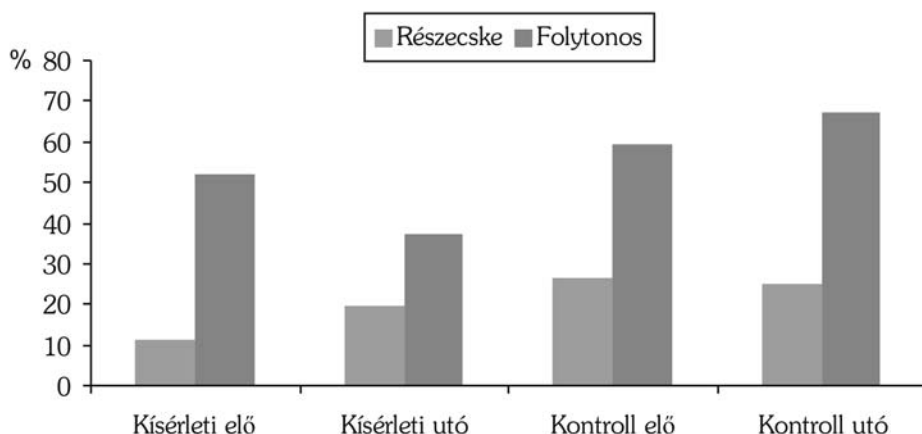


Tudományosan helytálló válasz, amely a gáz kitérítésével értelmezte a jelenséget, csak néhány tanulónál jelent meg (4. táblázat). A léggömb felfújódását legnagyobb arányban azzal magyarázták, hogy a meleg levegő könnyebb, mint a hideg, ezért felfelé száll, és felfújja a lufit. Ez a válaszkategória a kísérleti csoportban jelentős mértékben lecsökkent, míg a kontrollcsoportban növekedett az utóteszten. A tanulók több mint ötödének okozott gondot mindkét csoportban a léggömb térfogat-növekedése, amit valamilyen anyag keletkezésével próbáltak megma-

Válaszkategóriák	Kísérleti (%) N=96		Kontroll (%) N=91	
	Előteszt	Utóteszt	Előteszt	Utóteszt
Részecskék egyenletesen ritkábban.	7,29	14,58	9,89	4,40
Folytonos anyag, egyenletesen, kevesebb.	8,33	10,42	6,59	24,37
A palack alsó/felső részében nincs anyag.	40,63	21,88	65,93	53,85

3. táblázat

A palackban lévő levegő ábrázolása a levegő egy részének kiszívása után



4. ábra

A levegő elhelyezkedése a palackban: az anyagszerkezeti elképzelések megjelenése a tanulói rajzokban

gyarázni. Például: „Gőz/pára keletkezik”, „Oxigéngáz képződik a meleg vízből/a felolvadt jégből”. Az egyéb magyarázatok a palackkal vagy a léggömb anyagával történt változásra vonatkoztak. Például: „A palack alja összemegy, a levegő felmegy a lufiba”, „Kitágul a palack”, „A léggömb felmelegszik és felfújódik”. Az adatok azt mutatják, hogy a hőtágulás jelenségének részecske szintű értelmezése ebben az életkorban nehéz, feltehetően azért, mert a tanulóknak még nem alakult ki az elemi szintű részecskemodell.

A viszkozitás részecske szintű magyarázatát igényli a következő feladat:

Egy üvegben 2 dl víz, egy másik, ugyanolyan méretű, alakú üvegben 2 dl olaj van. Mindkettőt kiöntjük az üvegből. A víz hamarabb kifolyik az üvegből, mint az olaj. Miért?

A folyékonyságra, viszkozításra utaló válaszok aránya a kísérleti és a kontrollcsoportban is 10% körüli. „Az olaj sűrűbb” mindkét csoportban a leggyakoribb válasz, amelynek aránya az utómérésben is megmaradt, sőt a kontrollcsoport esetében nőtt (kísérleti csoport előmérés: 54,17%, utómérés: 51,04%; kontrollcsoport előmérés: 51,65%, utómérés: 63,74%). A „sűrű” kifejezést a tanulók a hétköznapi értelemben használják, nehezen folyót értenek alatta. Az előzőhöz hasonlóan a tapasztalati tudást tükröző válaszkategória az „Olaj odatapad az üveghez”, „Az olaj ragadós”, a kontrollcsoport elő- és utótesztjében is nagyobb arányban jelent meg.

Összegzés

Fejlesztő kísérletünk eredményei megerősítették – ahogyan azt korábbi tanulmányunkban is jeleztük (Nagy L-né és Korom, 2011) –, hogy a természettudományos fogalmak megértésének elősegítésére alkalmazott módszer-együttes (az előzetes tudás felmérése és figyelembe vétele a tanítás során; a tanulói elképzelések, értelmezések felszínre hozását segítő feladattípusok, a tudományos ismeretek elsajátítását ellenőrző kérdések, feladatok alkalmazása) beépíthető a természetismeret tananyag tanításába, a tanárok felkészíthetők e módszerek tudatos alkalmazására.

A diagnosztikus feladatok kísérleti és kontroll, elő- és utómérés bontásban kapott eredményeinek összehasonlító elemzése azt mutatja, hogy a fogalmi fejlődés természetes velejárájaként megjelenő tévképzeteket nagyon nehéz feloldani, a fogalmi váltás elősegítésére készített feladatokkal sem sikerül a tanulók többségénél változást elérni. A kísérleti csoportban kismértékű fejlődést tapasztaltunk a vizsgált fogalmak esetében, de a kontrollcsoportban is több esetben jelent meg ártrendeződs a válaszkategóriák gyakoriságában. A kontrollcsoportban az utómérésben is nagyobb volt azoknak a tanulóknak az aránya, akik az anyagot folytonosnak képzelik. Az elemi szintű részecskemodell, illetve a tömeg, térfogat, sűrűség fogalmának helyes értelmezése csak

Válaszkategóriák	Kísérleti (%) N=96		Kontroll (%) N=91	
	Előteszt	Utóteszt	Előteszt	Utóteszt
A levegő kitágul.	5,21	1,04	1,10	4,40
A meleg levegő felszáll.	30,21	22,92	36,26	43,96
Gőz/pára képződik.	20,83	23,96	20,88	27,47
Oxigéngáz képződik.	5,21	4,17	4,40	2,20
Egyéb	7,29	4,17	12,09	4,40

4. táblázat

A palackban lévő levegő hőtágulásának értelmezése

a tanulók kisebb hányadánál jelent meg az utómérésben. Azokban a feladatokban, ahol magyarázatot kértünk, gyakran előfordult, hogy a tanulók többsége nem válaszolt. Ennek oka lehet a tanév végén tapasztalható motivátlanság, illetve a gondolkodási képességek fejlettsége.

Az eredményekből arra következtetünk, hogy a mintába bevont tanulóknak csak kisebb hányada lépett át a formális gondolkodás szakaszába, és képes megfelelő reprezentációt kialakítani a tömegről, a térfogatról, a sűrűségről, az anyagok részecskéiről. A fejlesztő program eredményei jelzik, hogy az anyagszerkezet, illetve a fizikai mennyiségek értelmezésében a megértés különböző szintjei, a fogalmi váltás különböző fokozatai figyelhetők meg, ami az alkalmazott oktatási módszerek differenciáltabb, az adott szinthez jobban igazodó használatára hívja fel a figyelmet.

Irodalom

- [1] Dobóné Tarai Éva (2007): Általános iskolai tanulók tudásszerkezete. Az anyag és az anyag változásai. *Iskolakultúra*, **17.** 8. sz. 221–233.
- [2] Duit, R., Treagust, D. F. és Widodo, A. (2008): Teaching Science for Conceptual Change: Theory and Practice. In: Vosniadou, S. (szerk.): *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge, New York és London, 629–646.
- [3] Korom Erzsébet (2002): Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai: természettudományos tévképzetek. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, 149–176.
- [4] Korom Erzsébet (2003): A fogalmi váltás kutatása: Az anyagszerkezeti ismeretek változása 12–18 éves korban. *Iskolakultúra*, **13.** 8. sz. 84–94.
- [5] Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [6] Ludányi Lajos (2007): A levegő összetételével kapcsolatos tanulói koncepciók vizsgálata. *Iskolakultúra*, **17.** 10. sz. 50–63.
- [7] Mihály-Gedai Anita és Korom Erzsébet (2010): A tanulók előzetes ismereteinek, tévképzeteinek felmérése és a fogalmi fejlődés elősegítése az állatok szaporodása témakörben. *A Biológia Tanítása*, **18.** 5. sz. 3–12.
- [8] Nagy Lászlóné (2006): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- [9] Nagy Lászlóné és Korom Erzsébet (2011): A biológiai fogalmak megértését segítő oktatási módszerek alkalmazásának tapasztalatai a természetismeret tantárgy tanításában. *A Biológia Tanítása*, **19.** 4. sz. (megjelenés alatt)
- [10] Nahalka István (2002a): *Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben? Konstruktivizmus és pedagógia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- [11] Nahalka István (2002b): A gyermektudomány elemei a fizikában. In: Radnóti Katalin és Nahalka István (szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 159–187.
- [12] Nahalka István, Radnóti Katalin és Wagner Éva (2002): A fizika tanítása során előkerülő főbb témakörök feldolgozási lehetőségei. In: Radnóti Katalin és Nahalka István (szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 263–321.
- [13] Piaget, J. (1929): *The child's conceptions of the world*. Harcourt, Brace and Company, New York.
- [14] Piaget, J. (1970): *Válogatott tanulmányok*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- [15] Tóth Zoltán (2001): A kémiai fogalmak tanításának tartalmi és módszertani kérdései. *A Kémia Tanítása*, **9.** 2. sz. 3–6.
- [16] Wisner, M. és Smith, C. L. (2008): Learning and Teaching about matter in Grades K-8: When Should the Atomic-Molecular Theory be Introduced? In: Vosniadou, S. (szerk.): *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge, New York és London, 205–239.

A kutatást a T 048883 számú OTKA pályázat, az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport és az MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport támogatta.

Melléklet:**Részlet a tanári segédanyagból****A térfogat, a tömeg és a sűrűség***Elsajátítandó tudás*

a térfogat, a tömeg és a sűrűség fogalma, mértékegységeik, a mérésekre alkalmas eszközök és használatuk

Előfeltétel tudás

az anyagok részecskékből állnak

Előzetes tudás

A témában a tanulók tapasztalati tudással rendelkeznek. Emeltek már nehéz és könnyű tárgyakat; mértek tömeget, térfogatot az iskolában, illetve otthon is; tudják, hogy vannak sűrű és híg folyó folyadékok. Emellett rendszeresen gyakorolják a mértékegységek átváltását.

A téma által előkészített fogalmak, összefüggések, az anyagokra jellemző fizikai mennyiségek és azok kapcsolata

Megértési problémák, tévképzetek

- Az eddigi környezetismeret és természetismeret tananyagban már többször szerepeltek az anyagi halmazokkal, az anyagok részecske természetével és fizikai tulajdonságaival kapcsolatos ismeretek. Ez viszont nem jelenti azt, hogy a tanulók formálódó képe **az anyagok szerkezetéről** minden esetben megfelel a tudományos nézeteknek. Az anyagok szerkezete téma a természettudományos ismeretek tanításában az egyik legproblémásabb rész, ugyanis a tanulóknak szilárdan él a meggyőződés arról, hogy az anyagok folytonosak. Elfogadják, hogy részecskékből állnak, de azt nem tudják elképzelni, hogy a részecskék között vákuum (üres tér) van, és mégsem esnek szét a tárgyak. Ezért a részecskék közé valamilyen anyagot (levegőt, szennyeződést) gondolnak.
- A **tömeg** és a **súly** fogalma a köznap nyelvben gyakran szinonimaként használatos, ez problémát jelent a tudományos értelemben használt tömeg és súly fogalmak kialakításakor. Ebben az életkorban **a gyerekek tömegfogalma a súly fogalmával azonos**.

- Ebben az életkorban a **tömeg** és a **sűrűség** fogalmak még differenciálatlanok, gyakran keverednek. A felnőttekkel ellentétben a kisgyerekek a tömeget az anyag esetleges tulajdonságának tekintik. Bizonyos anyagoknak van tömegük, másoknak pedig – mint például egy borsónyi szappanhabnak vagy a levegőnek, gázoknak – egyáltalán nincs. Mivel a tömeg a gyerekek számára nem fontos tulajdonsága a dolgoknak, ezért az anyag mennyiségének meghatározását sem tudja segíteni. A gyerekeknél differenciálatlan a tömeg (mint extenzív, a részecskék számával arányos) és a sűrűség (mint intenzív, a rendszer mennyiségétől, nagyságától független mennyiség) fogalma. A tömeg és a sűrűség differenciálódásában fontos szerepe van annak, hogy a folytonos és homogén anyagmodellt felváltsa a részecskemodell.
- A gyerekek kezdetben **nem anyagként tekintik a levegőt**, hanem a semmi szinonimájaként használják, illetve az álommal és a gondolattal kötik össze. Később gyakran asszociálják a légzéssel, az étellel, és ennek köszönhető, hogy azonosítják az oxigénnel. A levegő és a gáz fogalma nem kapcsolódik össze, a gáz kategória nem foglalja magába a levegőt. Gáz alatt a gyerekek a fűtésre használt gázt vagy a kipufogógázt értik, és a kellemetlen szagú, káros, mérgező vagy gyúlékony jelzőkkel hozzák kapcsolatba. A levegőt 11–12 éves korban már anyagnak tekintik, de többségük nem érti, hogy a levegő bezárható, tömege van és melegíthető.
- A **sűrűség** fogalmát a gyerekek többsége hétköznapi értelemben használja, azt értik alatta, hogy az anyag mennyire sűrű, viszkózus. Különösen a folyadékok esetében igaz ez. Az étolajat sűrűbbnek, nehezebben folyónak tartják, mint az ivóvizet, a vaját sűrűbbnek tekintik, mint a tejet. A tapasztalataikból tudják, hogy a különböző anyagok nehezek vagy könnyűek lehetnek, és ez nem feltétlenül a méretüktől függ (tollal teli párna, vízzel telt vödör, fémrúd). A tömeg és a térfogat fogalmak a tapasztalatok alapján nem válnak kü-

lön, a közöttük lévő összefüggés magyarázatára nagy hangsúlyt kell fektetni.

- A gyerekek úgy gondolják, hogy egy tárgy **úszása** vagy **elsüllyedése** a tárgy tömegétől függ, attól, hogy milyen nehéz. A tárgy sűrűségét nem említik a magyarázatokban ebben az életkorban.

A megértést segítő kérdések, feladatok

1. Az anyagok részecskékből állnak

Mielőtt a tömeg, térfogat és a sűrűség fogalmakról beszélünk, ellenőrizzük a tanulóknak élő anyagszerkezeti képet a következő feladatokkal, amelyeket először kisebb csoportokban, aztán közösen vitassanak meg.

- Mi van az üres pohárban? (levegő)
 - Hogyan lehetne bebizonyítani, hogy levegő van benne? (A szájával lefelé fordított poharat egy vízzel félig töltött kádba nyomjuk, majd félrefordítjuk. A pohárból a levegő buborékok formájában távozik.)
 - Képzeljétek el és rajzoljátok le a levegő elhelyezkedését egy pohárban! A lehetséges megoldások:
 - a poharat teljesen besatírozzák (az anyag folytonos);
 - csak egy részét satírozzák be, a pohár alján vagy tetején (az anyag folytonos, és nem oszlik el egyenletesen);
 - a pohárban csak foltokat satíroznak be (az anyag folytonos, de egyenletesen oszlik el);
 - részecskéket, apró pöttyöket rajzolnak a pohár aljára vagy felső részébe (az anyag részecskékből áll, de a részecskék nem oszlanak el egyenletesen);
 - részecskéket rajzolnak, amelyek csoportokba tömörülnek (az anyag részecskékből áll, de a részecskék eloszlása nem egyenletes);
 - a pohárban egyenletesen oszlanak el a részecskék (ez a helyes válasz).
- Vitassuk meg a különböző elképzeléseket, próbálják meggyőzni egymást a tanulók a saját elképzelésük helyességéről. Végül beszéljük meg a helyes választ.

- Mi van a különböző anyagok (pl. alumíniumrúd, oxigéngáz, étolaj) részecskéi között? (Feltételezzük, hogy homogén, tiszta anyagokról van szó, a részecskéik között nincs semmilyen más anyag; később majd tanulnak arról, hogy elektrosztatikus kölcsönhatások alakulhatnak ki a részecskék között.)

2. Térfogat és tömeg

A témakör előtti diagnosztikus tesztben szerepelt az a kérdés, hogy „Mi a nehezebb, 1 kg toll vagy 1 kg kő? Magyarázd meg válaszodat!” Ezt a kérdést ismét tegyük fel, és kérjük meg a tanulókat, hogy vitassák meg kisebb csoportokban a magyarázataikat. Bár a kérdés triviálisnak tűnik, nehézséget okozhat annak felismerése, hogy itt a tömegeket kell összehasonlítani (nehezebb). Tudni kell, hogy a tömeg mértékegysége a kilogramm, és a „nehéz” kifejezés a tömeggel kapcsolatos. Megzavarhatja a tanulókat a mindennapi tapasztalatuk, tudják, hogy a toll nagyon könnyű, a kő pedig nehéz. Elképzelnek 1 kg tollat és 1 kg követ, a toll sokkal nagyobb helyet foglal el, sokkal több, tehát ezt fogják nehezebbnek gondolni. A „milyen nehéz” kifejezés alapján a „mekkora helyet foglal el” képre asszociálnak.

Ezután térhetünk rá a térfogat fogalmának (a test mekkora helyet foglal el a térben) megbeszélésére. Kísérletek segítségével meg tudjuk mutatni, milyen eszközökkel és hogyan lehet megmérni a folyadékok, gázok és a szilárd testek térfogatát. Az eddigi tanulmányaik alapján a tanulóknak van űrmértékfogalmuk (már első osztálytól kezdve tanulnak a térfogatmérésről és a mértékegységek átváltásáról), ezt kapcsoljuk össze a most kialakított térfogattal fogalommal.

3. Tömeg és súly

Beszéljük meg, hogy a **tömeg** és a **súly** **nem ugyanaz** a fogalom a fizikában. A mindennapi nyelvhasználatban gyakran nem teszünk különbséget közöttük, de tudományos értelemben eltérő a jelentésük. Mi most a **testek tömegéről** fogunk beszélni, majd később, fizikaórán lesz szó a súlyról.

A tömeg a testekben lévő anyag és az energia mennyiségét mutatja. A testben lévő anyag mennyiségét jelenti, amely arányos a testet felépítő részecskék darabszámával, de jellemző a test tehetetlenségére és a gravitációs mezővel való kölcsönhatásának erősségére is. Mindig ugyanaz marad, bárhová (bármilyen erősségű gravitációs térbe) kerül hordozója.

A súly azon erők eredője, amelyekkel a test a környezetére hat (az az erő, amivel a test az alátámasztását nyomja, vagy a felfüggesztését húzza). Ugyanazon test súlya eltérő erősségű gravitációs térben különböző. A test súlya a test gyorsulásától is függ. A súly mértékegysége a newton, jele: N.

Ebben az életkorban csak a tömeg fogalmának kialakítása történik meg, amelyről annyit kell tudni a tanulóknak, hogy **a testben lévő anyag mennyiségét jelenti.**

4. Tömeg és a térfogat kapcsolata

A sűrűség fogalmának bevezetése előtt a testek tömege és térfogata közötti kapcsolatot (egyenes arányt) mutassuk meg kísérletekkel. Beszéljük meg, hogy mit jelent az egyenes, amit kaptunk. (Ha ugyanazon anyag térfogatát növeljük, akkor a tömege is ugyanolyan arányban nő. Ha ugyanazon anyag tömegét növeljük, a térfogata is ugyanolyan arányban nő. A tömeg és a térfogat között egyenes arányosság van.)

Ezután különböző anyagok tömegét, illetve térfogatát hasonlítsuk össze. Azonos tömegű, különböző minőségű anyagok térfogata eltérő, illetve azonos térfogatú, különböző minőségű anyagok tömege eltérő. Visszautalhatunk az 1 kg tollra és az 1 kg kőre is. Az 1 kg toll jóval nagyobb helyet foglal el, jóval nagyobb a térfogata.

A különböző anyagok tulajdonságait úgy tudjuk összehasonlítani, ha belőlük azonos, egységnyi térfogatot veszünk, és megmérjük a tömegüket. A mért tömeget elosztva az egységnyi térfogattal, kapjuk meg az anyagra jellemző újabb tulajdonságot, a sűrűséget.

5. Sűrűség

A témakör elején szerepelt a diagnosztikus tesztben a következő kérdés: „Egy üvegben 2 dl

víz, egy másik, ugyanolyan méretű, alakú üvegben 2 dl olaj van. Mindkettőt kiöntjük az üvegből. A víz hamarabb kifolyik az üvegből, mint az olaj. Miért? Ismét tegyük fel ezt a kérdést, gyűjtjük össze a különböző válaszokat, és vitassuk meg azokat. A tanulók feltehetően használni fogják azt a kifejezést az olajra, hogy „sűrűbb, sűrűbben folyik”. Kérdezzük meg, hogyan magyarázzák azt, hogy ha levest készítünk, az olajcseppek a víz felszínén úsznak. Magyarázható-e ez a jelenség azzal, hogy az olaj sűrűbb a víznél? (Nem. Az olaj sűrűsége kisebb a víznél, ezért úszik a felszínén, a folyóssága, viszkozitása viszont nagyobb, ezért önthető nehezebben, mint a víz.)

Magyarázzuk el, hogy itt két fogalom keveredéséről van szó. Amikor azt mondjuk, hogy egy folyadék sűrű, és ezért nehezen folyik, akkor valójában nem a sűrűségéről, hanem a belső szerkezetéről beszélünk. Azt, hogy egy folyadék milyen könnyen folyik, a tudomány a viszkozitás fogalmával jelöli. A köznapi nyelvben azonban a sűrűség kétféle jelentése nem válik szét. Az a sűrűségfogalom, amiről most tanulunk, nem az anyag folyósságára, viszkozitására vonatkozik, hanem arra, hogy ha egy anyagból egységnyi térfogatot veszünk, mennyi lesz a tömege.

A matematika nyelvén is megfogalmazhatjuk, hogy mi a sűrűség. Egy adott anyagból kiválasztott anyagmennyiség tömegének és térfogatának hányadosa állandó. Az így kapott mennyiséget nevezzük a test sűrűségének. Ez az érték minden anyagnál más és más, de az adott anyagra jellemző szám.

6. A sűrűség megváltozása

Tegyük fel a tanulók kisebb csoportjainak a következő kérdéseket, vitassák meg azokat, és a csoport egy képviselője mondja el a többieknek a kialakult álláspontot.

- Megváltozhat-e a testek sűrűsége? Miért? (Igen, például melegítés vagy hűtés hatására.)
- Egy orvosi fecskendő végét befogjuk, és a dugattyút benyomjuk. Hogyan változott a dugattyú benyomása után a levegő mennyisége, tömege, térfogata, sűrűsége? (A levegő meny-

nyisége, tömege nem változott, a térfogata csökkent, a sűrűsége pedig nőtt, mert egy térfogategységben több részecske lett.)

- Egy zárt palackból az oldalán lévő kivezető csövön át kiszívjuk a levegő egy részét. Hogyan változik meg a palackban maradt levegő tömege, térfogata, mennyisége és sűrűsége? (A levegő mennyisége, így tömege is csökkent, a térfogata nem változott, mert kitölti a rendelkezésére álló teret, a sűrűsége viszont lecsökkent, mert ugyanakkora térfogatban kevesebb részecske található.)
- Egy lehűtött műanyag palack szájára léggömböt húzunk, majd a palackot meleg vízbe állítjuk. A léggömb felfújódik. Miért? (A palackban lévő levegő felmelegszik és kitágul.) Változott-e a palackban lévő levegő sűrűsége? (Igen. Nagyobb térfogatban helyezkedik el ugyanannyi részecske, a levegő sűrűsége ezért csökkent.)

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy az anyagok sűrűsége változik, ha változik az anyag állapota.

7. A testek úszása és elmerülése a folyadékokban

A testek úszását, illetve elmerülését azzal magyarázzák a tanulók, hogy az adott test mennyire nehéz. Nem érzékelik azt az ellentmondást, hogy nehéz tárgyak, például az acélból készült hajók is tudnak úszni a vízben. Ebben az életkorban érdemes felhívni a figyelmet a testek sűrűsége és a folyadékokban való úszásuk vagy elmerülésük közötti összefüggésekre. A felhajtóerő fogalmát azonban csak később tanulják. Végezzük el a következő kísérletet:

- Vegyünk azonos tömegű fahasábot és alumínium hasábot. Mindkettőt vízbe tesszük. Mit gondoltok, úszni fognak vagy elmerülnek?
- Végezzük el a kísérletet, és vessük össze az előrejelzésünket és a tapasztalatunkat. Úgy történt-e, ahogyan gondoltuk?
- Mit gondoltok, miért úszik a fahasáb, és miért süllyedt el az alumínium hasáb?

- Hasonlítsuk össze a két anyag sűrűségét! Milyen következtetést vonhatunk le? (Amelyik anyagnak nagyobb a sűrűsége, mint a vízé, az elmerül.)

- Keressétek ki a táblázatból az acél sűrűségét! A sűrűségértéke alapján elmerül a belőle készült tárgy a vízben. Az acélból készült hajók mégsem süllyednek el. Mi lehet ennek az oka? (Sok levegőt tartalmaznak.)

- Az eddigi ismereteitek alapján beszéljétek meg, hogyan tud a tengeralattjáró lemerülni, illetve ismét a felszínre jönni. (Süllyedéskor tartályaiba vizet engednek be, és levegőt engednek ki, emelkedéskor fordítva.)

- A sűrűség-táblázat felhasználásával hasonlítsátok össze a szilárd anyagok, a folyadékok és a gázok sűrűségét! Mit tapasztaltok? (A gázok sűrűsége a legkisebb, a szilárd anyagoké a legnagyobb. Ugyanazon anyag esetében csak a víznél fordul elő, hogy szilárd állapotban kisebb a sűrűsége, mint folyékony halmazállapotban.)

- Hasonlítsátok össze a víz és a jég sűrűségét! Mit tapasztaltok? (A víznek 4°C-on a legnagyobb a sűrűsége, a jég sűrűsége kisebb. A jég ezért úszik a vízben.)

A megértést ellenőrző kérdések, feladatok

- Milyen kapcsolat van egy adott anyag tömege és térfogata között, ha a hőmérséklet nem változik? (Egyenes arányosság.)
- Milyen adatokra van szükség ahhoz, hogy kiszámíthassuk egy test sűrűségét? (A tömegre és a térfogatra.)
- Minden anyag sűrűsége más és más. Miért? (Más az anyagi minőségük.)
- A sűrűség-táblázatban miért fontos feltüntetni a hőmérsékletet? (A hőmérséklet változásával változnak a sűrűségértékek is, mert változik a térfogat, a tömeg viszont állandó marad.)
- Mi a különbség egy folyadék sűrűsége és viszkozitása között? (Sűrűség: a térfogategységnyi folyadék tömege; viszkozitás: mennyire könnyen folyik az adott folyadék.)

Vízi Béla

A kémia szobrokban IV.

Kémiai üzenetvivő molekulák

A kémiai üzenetváltás az élővilágban üzenetvivő vegyületek kiválasztásával, ezeknek a környezetbe juttatásával, majd a jelzést felfogó egyedek érzékszerveiben történő azonosításával zajlik. A kémiai üzenethordozó anyagokat *feromon*, *allomon* és *kairomon* néven tartja nyilván a tudomány.

A *feromon* szót olyan üzenet-(inger-)vivő kémiai anyag megnevezésére használják, amely azonos fajú egyedek közötti üzenetközlésre szolgál. Az ilyen anyag kibocsátása az időben lehet **állandó** vagy **időszakos**. Eszerint ezeket két csoportra oszthatjuk:

– az *állandó alapferomonok* lehetnek **csoportazonosítók** vagy az **életritmus meghatározói**;

– az *időszaki feromonok*

párkereső-, szaporodási célú (szex),
riasztó,
nyomravezető vagy
életteljelölő szerepűek lehetnek.

A **csoportazonosító alapferomonok** ismerős példája a mézelő méhek királynőjének feromonja, ami az egy családhoz tartozókat azonosítja. A királynő elpusztulása esetén a méhcsalád tagjai ennek az anyagnak a hiánya alapján észlelik az új királynő nevelésének szükségességét. Ezt a feromont a tudósok már kémiaiilag is azonosították. A természetes, a darazsak és más, csoportban élők hasonló módon feromonnal megjelölten tartozhatnak a csoporthoz.

Az **életritmust meghatározó alapferomonok** hatását az emlősök között is megfigyelték. A házierek hímjei például ilyen anyag ki-

választásával készítetik párzásra a nőtényeket. Ilyen feromon jelenlétét azonban az embernél is feltételezik. Ilyen anyag állhat annak a jelenségnek a hátterében, hogy együtt lakó nők peteérési ritmusa egybehangolódik.

Az *időszaki feromonok* közül a **szexferomonok** létezéséről ma már szinte mindenki tud, hiszen a különösen kártékony rovarok hímjeinek befogása feromonos csapdákkal ma már közismert gyakorlat.

Az *időszaki feromonok* másik csoportja a **riasztóferomon**. Az azonos fajhoz tartozó rovarok ezzel adják egymás tudtára, hogy rájuk nézve veszélyes helyzet áll fenn. Ennek a feromonnak a létéről is tudhat mindenki, mert köznap tapasztalat, hogy ha egyetlen mézelő méh megcsíp valakit, akkor azonnal ott terem még egynéhány, körülzummögik a kárvallottat, és kaphat még több csípést is, ha gyorsan el nem iszkol a tetthelyről. Ilyenkor az első csípést adó méh méregmirigyéből a levegőbe kerül a riasztóferomon egyik alkotórésze, az izoamil-acetát, a méh állkapcsi mirigyeiből pedig a feromon másik alkotórésze kerül a környezetbe. Az izoamil-acetát a körte és a banán illatanyagainak egyike. Érthető tehát, miért kockázatos méhek közelében körtét vagy banánt enni.

A riasztóferomonok jellegzetessége, hogy viszonylag kicsi a moláris tömegük, ennek megfelelően jó illékonyaságúak, hiszen a gyors elpárolgás a hírvivő anyag szétterjedését segíti. Riasztáskor pedig a gyorsaság az egyik fő szempont.

Időszaki feromon a **nyomravezető** is. Fontossága nem kisebb az előző kettőnél. Példaként

a hangyák esetét kell megemlítenünk, mert ők a legközismertebbek a nyomravezető feromont használók közül. Mindenki láthatja nyáridőben a vonuló hangyák csapását, mert bár lehet a legszárazabb nyár, s fedheti fűtörmelék a talajfelszínt, ha a hangyák az adott terepen át akarnak vonulni, akkor rövid időn belül parányi „aszfaltutat” alakítanak ki a fűgyökerek között. A vonulásuk útvonalát teljesen tisztára takarítják, s a felszínt aszfalt simaságúra „döngölik”, amint sűrű sorokban ide-oda vonulnak rajta. Az már szemmel nem látható, hogy ezt az utat jellegzetes vegyi anyaggal végig meg is jelölik, „illatosítják”, hogy a szagnyom is vezesse a vonuló hangyákat. A nyomravezető feromonok is több alkotórészből állnak. Ezekről már nem szükséges elvárni a nagy illékonyt, de nem is nehezen párologóak, lassan elillannak, ha a csapást már nem használják. A trópusokon élő levélvágó hangyák például, ha megtalálják azt a fát, amelyiknek a leveléből össze akarnak hordani apró darabokra vágva annyit, amennyi gombatenyésztéshez, és így a boly élelmezéséhez szükséges, akkor a pirrol észter nevű anyaggal jelölik meg az útvonalat. Ez az anyag vezeti a szállítómunkát végző dolgozókat a trópusi erdő talaján, a fák gyökereire, törzsére, fel az ágakon át a levelekig és vissza. A levéldarabkákkal, mint egy-egy zöld vásznú vitorlás, úgy nyomulnak a dolgozók a boly felé.

Az *időszaki feromonok* csoportosításában utolsó helyre került az **életterjelölő feromon**, de ez nem azt jelenti, hogy a jelentősége akár egy parányival is kisebb lenne, mint az előzőeké. Az élőlények legtöbbször valamiképpen egy-egy meghatározott térhez, területhez kötöttek kénytelen élni. Életük terének birtoklását a területen és a határvonal mentén elhelyezett szagnyomokkal adják a szomszédság tudtára. Ez azonban – ha csoportban, bolyban élnek – egyúttal a saját fajúak, a csoporttagok számára is jelzés: a szag azonosításával tudhatják, meddig terjed az a terület, amin belül otthon érezhetik magukat, s mi az, amit az életük árán is

védniük kell. Ilyen területjelölő anyagot választanak ki például az erdők pusztításában rendkívüli hatékonyságú, fakéreg alatt fúró „betűző szű” egyedei, ha a táplálkozásra alkalmas fát megtalálják. Ezzel a többieket odacsalogatva az erdő sorsát meg is pecsételhetik. Egyes kutatók ezt a fajta feromont **csoportosulási (aggregációs)** feromonnak is nevezik, amit olykor nem könnyű megkülönböztetni a szexferomontól, hiszen az azonos élőhelyre összegyűlt egyedek gyors szaporodásba is kezdenek.

Az *allomonok* a különböző fajták közötti „kémiai társalgás” anyagai. A szót a görög allos (más, másik) és a hormon szavakból képezték. Az ilyen anyagok fontos jellemzője az, hogy nagyon gyakran, de nem mindig védelmi szerepűek. Az őket kiválasztó és környezetbe küldő élőlény önvédelemből termeli és bocsájtja ki szükség szerint. Ilyen szerepet töltenek be például a legismertebb allomoncsoport tagjai, az antibiotikumok, amikkel az élő rendszerek, pl. a gombák az őket veszélyeztető fajták állományának növekedését gátolják. A szaporodás és állományszám-növekedés gátlása baktériumok szintjétől a fejlett élőlények szintjéig ível. A növények között is sok olyat ismerünk már, amelyik „gyomirtót” (herbicidet) termel, hogy más növényfajtákat megakadályozzon a víz és a tápanyag felvételében. Ezek közül az egyik ismert példa a diófa juglonja, a juglon-glukozid bomlásterméke. A nem mérgező juglon-glukozid a diófa leveleiben képződik, majd a levelek lehullásával hidrolízis és oxidáció után keletkezik a talajban a más növények fejlődését megakadályozó juglon. Ezért gyommentes a diófa alja.

A növények bő választékban termelnek rovarok és más növényevők elleni allomonokat is. Ezeket a növény a kártevők étvágyának elvételeire termeli, úgy is mondhatnánk, hogy *koplaltatók*. Ezt a szerepet az ilyen vegyületek mérgező hatásukkal képesek betölteni. Ilyen vegyületek a mérgező alkaloidok.

A rovarok, pókok, százlábúak is termelnek ilyen védő allomonokat ugyanúgy, mint ahogy

a tengeri élőlények között is találunk sok olyat, amitől a ragadozók undorral fordulnak el, mert testük szövetei telítettek a mérgező *allomonnal*. Fejlettebb állatok nem a testszövetükben, hanem külön méregzacskókban hordják a hatóanyagukat magukkal, s támadás esetén fecskendezik a támadóra. A bűzös borz (szkunk) szaganyaga például többek között a kéntartalmú krotil-merkaptán.

Az *allomonok* egy másik csoportja nem az önvédelem, hanem inkább a „magamutogatás” céljával termelődik egyes növényekben. Talán nem nehéz kitalálni, hogy a virágos növények illatos *allomonjairól* van szó, s azt is tudjuk, hogy ezek a beporzás céljából csalogatják a rovarokat. Ez a terület bővelkedik az emberi szempontból is fontos, gazdasági hatékonysághoz kapcsolódó példákkal. Az akácvirágzás és akácméz-termelés, a repce- vagy napraforgóvirágzás és az ezek terméshozama közötti összefüggést talán csak azért kell megemlíteni, hogy emlékeink mélyéről újra a felszínre hozzuk. A gyümölcsök és számos zöldségféle ára is az ezek virágainak *allomonjai* kifejtette hatással függ össze. Legalábbis első megközelítésben. Mert a terméshozamokat számos más tényező is befolyásolhatja, de a virágok *allomonjainak* szerepe az egyik legfontosabb a meghatározó tényezők sorában.

A *kairomonok* is a különböző fajták közötti „üzenetváltás” anyagai, még ha az üzenet olykor nem is szándékosan indíttatik útjára. A név a görög kairos (kihasználó, alkalmazkodó) és hormon szavak egybegyúrásából származik. Ezeket az anyagokat a különböző élőlények életfolyamataiban keletkező jellegzetes vegyületeknek tekinthetjük, amelyeket más fajtákhoz tartozó élőlények érzékelve, akár táplálékszerzés, akár valami egyéb okból kihasználhatnak. Ha a korábban említett beporzásra csalogató virágillatokat ebből a szempontból vesszük vizsgálat alá, akkor azokat a beporzó rovarok szempontjából *kairomonoknak* kell tekintenünk. A virágok nektárját gyűjtögető méhek, kihasználva a virágillatokat, azonosítják a nektár forrá-

sát, rátalálnak a méhlegelőre. Az emberi bőrön megjelenő tejsav is *kairomon* a trópusokon élő, sárgalázat terjesztő szúnyogok számára. Hasonlóképpen *kairomonként* működik az alma bőrében levő α -farnézén az almamoly lárvája számára.

Nem mindig kiszolgáltattott azonban a *kairomon-termelő és -kibocsátó* áldozat a kárkozóknak vagy zsákmányolóknak! Sok esetben a leendő áldozat érzékeli a zsákmányoló jelenlétét, vagyis a *kairomon* fordítva is működhet! Például több tengeri puhatestű képes érzékelné a számára veszélyes, falánk tengeri csillagot, s elmenekülhet. A lazacok is képesek az emlősök bőrén mindig jelen lévő *l*-szerin azonosítására, s megállhatnak a folyón felfelé úszásban, így az ember vagy a medve esetleg hiába áll lesben a folyó felsőbb szakaszán.

Mivel a *feromonok és allomonok kairomonként* is működhetnek, talán a *kairomon* témakör kidolgozása hozza majd a nagy meglepetéseket a kémiai üzenetközvetítés, hírszerzés, esetleg felderítés teljes rendszerének feltárása során. Reméljük, nincs messze az az idő, amikor a tudomány feldolgozza az eddig összegyűjtött, máris hatalmas értesüléshalmazt.

A szaglás az ízeleléssel együtt kémiai érzékelés. Ez azt jelenti, hogy az íz- és szagérzékelő idegvégződésekkkel közvetlen érintkezésbe kerül a kémiai anyag, aminek az ízet vagy a szagát érzékeljük. (A látás, hallás, tapintás esetében nincs közvetlen érintkezés, nincs kémiai kölcsönhatás, az átvitel jelhordó közbeiktatásával történik, s a jelátvitel fizikai.) A kémiai kölcsönhatáshoz bensőséges érintkezés kell.

Az embernél is megfigyelhető a riasztó, közböcs és kellemes szagú anyagok részben ősi biokémiai, részben tapasztalati-tanult alapú csoportosítása. Így pl. bűz, szag, illat.

Az ember szaglásának működéséről máris sokat tudunk, csakúgy, mint a szaglásunkkal érzékelt szagos-illatos anyagok kémiai felépítéséről, sőt sok esetben már ezeknek az anyagoknak a mesterséges előállítását és élettani hatásait is ismerjük. Minden embernek vannak értesülései

arról, hogy a különféle vallások szertartásait legtöbbször illatos anyagok égetésével kísérik. Legismertebbek a mirha és a tömjén. Feltételezhetjük, hogy a legkorábbi időkben is szokásban volt az emberek csoportjai számára rendezett szertartásokon illatos gyanták, fák vagy fakéreg égetése, hogy füstjük beszívásával az emberek mind egyformán részesei legyenek az áhiítatos élménynek.

Valószínű, hogy később már nem csak a rítus, hanem a kellemes közérzet kedvéért is használták ezeket és más illatos anyagokat. Ez a mozzanat az illatszeripar magvetése. Az utóbbi időkben szárba szökkenett, sőt nagyiparrá terebélyesedett – mert a széles polgári rétegek számára illatszert gyártó – **parfümipar** a nevét is az ősi füstölésről kapta, még talán a rómaiak idejéből (per fumo). Az élvezeti anyagként kiválasztott és rendszerbe foglalt vegyületszerepek tehát nem az élővilágban eddig megismert módon, a létfenntartással együttjáróan, ahhoz kapcsolódó szerepet betöltve állnak az ember szolgálatában. Nem is saját élettani illatanyagaink. Ezeket az ember tudatos kereséssel élvezeti felhasználásra választotta ki.

Az illatanyagok kellemes közérzetet keltő hatása közismert. Azt azonban talán már csak kevesen ismerik fel ebben a tényben, hogy az illatanyagok a közérzetünket, a hangulatunkat, a kedélyállapotunkat befolyásolják! Tehát *hangolni* képesek bennünket! Ez kétségtelenül élettani hatás. Mivel kedélyállapotunk szorosan összefügg élettani működésünkkel, az illatos anyagok életműködésünket érintő hatást fejtenek ki ránk. Célszerűen megválasztott illatanyaggal tehát gyógyítani, de akár ölni is lehet. Eléggé közismert szó a **szipuzás**, ami ártalmas hatású, gyakran mérgező illóanyag beszívását jelenti.

Bár korunk nagyipari illatszergyártása ma már sok mesterségesen előállított anyagot is használ, a természetes anyagok jelentősége még mindig nagy. Ez abban is megmutatkozik, hogy a mesterséges anyagok előállításakor a természetes minőséget igyekeznek elérni, s az

előállított anyagok megnevezésére, jellemzésére és csoportba rendezésére a természetes anyagok nevezéktanát és besorolási rendjét használják. A besorolással illatszercsaládok alakulnak ki, amelyek az illóanyagokat eredetük és érzelmi-indulati hatásuk szerint fogják össze.

A **virágillatok** hatása lélektanilag megnyugtató. Ezeket a rózsa, a jázmin, az ibolya, az orgona, a gyöngyvirág, a tubarózsa, és még számos egyéb virág szirmaiból nyerik.

A **zöld illatok családja** üdítő-élénkítő hatású. Ilyenek – más egyebek mellett – az eukaliptusz, a fenyő, a citrusfélék, a levendula, a rozmaring, a kámfor és a bazsalikom illata.

A **fűszeres-fás illatcsalád** frissítő hatásával tűnik ki. Ebbe a családba tartozik többek között a tölgymoha, a szantál, a mirha, a cédrus, a fahéj és a szegfűszeg illata.

Az **állati** eredetű illatszeripari anyagok külön családot alkotnak. Ezek szagára-illatára jellemző, hogy titkokat, vágyakat ébresztenek. Ilyenek a mósusz, a pézsmá, a civet, az ámbra és a castoreum. Ezek illatrögzítők is.

Illatrögzítőknek az olyan anyagokat nevezzük, amelyek a könnyen, közepesen és nehezen illó illatszeralkotókat különböző erővel kötik, így állítva be egyenletes elpárolgásukat.

A természetes eredetű illatos anyagok túlnyomó többsége különböző növényi részekből nyerhető, úgy, mint gyökér, kéreg, fás részek, ágcsúcs, levél, virág, az éretlen vagy az érett termés és mag. Kinyerésükre több eljárást dolgoztak ki. Ilyenek a **vízgőz-desztilláció, a préselés és a kivonás**.

Vízgőz-desztillációval a felaprított és a lepárlóüstbe rakott növényi részekből hajtják ki az illatos anyagokat. Ilyenkor az üst alján bevezetett forró gőz az illatos anyagok gyors elpárolgását is elősegíti, de az üstön átáramolva azokat el is hordja a hűtőbe, ahol a vízgőz és az illatanyag együtt csapódik le. Elválasztásuk nem okoz gondot, mert az illatos anyagok rendszerint olajszerűek, s a vízzel nem, vagy csak csekély mértékben elegyednek. A víz felületéről fi-

zikai művelettel elválaszthatók. Az ilyen olajok azért kapták az illóolaj nevet, mert maradék nélkül elpárolognak, zsíros foltot nem hagynak. A vízgőz-desztilláció a legismertebb módszer, amit megfázásos időszakokban kamillás gőzölés, párolás vagy inhalálás néven magunk is sűrűn alkalmazunk. Ilyenkor a kamillavirág azuléntartalmú illóolajától várunk enyhülést, amit a víz hője kihajt a virágból, belélegzett gőze pedig épp a kívánt helyre szállítja. Vannak növényi részek, amelyeket előzetesen enzimes bontásnak teszünk ki, s csak azt követi a vízgőz-desztilláció. Ilyen eljárással nyerik a pacsulibokor leveleinek erjesztése és vízgőz-desztillációja után a pacsuliolajat.

Préselést az illóolajban nagyon gazdag növényrészek feldolgozására használnak. A citrusfélék héja ilyen olajokban gazdag anyag, amit olajossá váló kezünk alapján magunk is tapasztalhatunk, ahányszor narancs vagy citrom hámozásával foglalatostkodunk.

A **kivonás** valójában kioldás, ami azonban olykor a szokatlan halmazállapot-párosítások miatt nem tűnik a köznapi értelemben vett oldásnak. Kivonás alkalmával az illóolajtartalmú növényi részeket üveglapra felkent olaj-, zsír- vagy faggyúrétegbe ragasztják. A bensőséges érintkezéssel lehetővé válik, hogy az illóolaj át-vándoroljon a zsiradékba, majd abból – telítődés után – alkohollal kivonják.

Érdekes, hogy a több, mint százezer növényfaj közül összesen csak mintegy ezeröttszázból készítenek illóolajat. Az alsóbbrendű növények közül pedig csak a páfrányokból nyerhető illóolaj. A magasabbrendű virágos növények között is különösen gazdagok illóolajban az ajakos-, az ernyős-, a fészkes- és a keresztesvirágúak, valamint a rutafélék. Azt is érdemes tudnunk, hogy ha egy növénynek több részéből is nyerhető illóolaj, akkor azok egymástól fizikai és kémiai tekintetben egyaránt eltérőek lesznek. Biológiai hatásuk is különböző lesz tehát. A legjobb példa erre a narancsfa, aminek a levele, a virága és gyümölcsének a héja más-más hatású illóolaj forrása.

Ha azt mondjuk: illatszert, többnyire a **parfümre** gondolunk. A parfümök legtöbbször két-három fő illatanyagot tartalmaznak, amelyeket egyéb, ugyancsak illatos illóolajjal kerekítenek sajátos illatharmóniává. Emellett még számos adalékanyaggal kiegészítve áll elő a késztermék. Az adalékanyagok szerepe többféle lehet. Többek között:

- illatrögzítés
- oxidációgátlás
- színezés.

Olykor meglepően nagy számot kapnánk, ha az egyes parfümök alkotórészeinek számát meghatároznánk. Ezek közül azonban csak az **illatrögzítőkről** érdemes szólni, mert ezek alighanem teljesen ismeretlenek a kívülállók előtt, pedig szerepük meghatározóan fontos. Azt mondhatjuk, a **parfüm működésének kulcsa az illatrögzítő**. Ezek molekuláiban sokféle kémiai csoport, így sokféle kémiai kötés van. Ezért széles energiatartományban képesek molekulaközi kölcsönhatást (gyenge kémiai kötést) létesíteni a parfüm alkotórészeivel, azok közül is a legillékonyabb, a közepesen illó és a legnehezebben elpárolgó illatos alkotórészek molekuláival. Ezeknek a gyenge kémiai kötéseknek kell biztosítaniuk azt, hogy a parfüm anyagai lehetőleg az eredeti arányban párologjanak el. Csak így biztosítható ugyanis, hogy a parfüm illatharmóniája ne változzon meg a felvitel első néhány perce után, hogy pár óra múlva esetleg már rá se lehessen ismerni. Elképzelhető, hogy milyen nehéz ezt az azonos arányú elpárolgást biztosítani. Érdemes ezt egy, a parfümökre előírt követelménnyel megvilágítani: a parfümökben kötelező legalább 10% illatanyagtartalom 8 óra alatt sem csökkenhet eredeti mennyiségének 50%-a alá. Mindezt azzal a megszorítással kell teljesítenie, hogy a különböző illékonyságú illatanyagainak aránya lehetőleg mindvégig az eredeti aránnyal azonos maradjon.

Esett már szó róla, hogy az illatokkal gyógyító hatás érhető el. A gyógyításnak az a módja, amely illóolajokat használ testi-lelki egészsé-

günk helyreállítására, az **illatgyógyászat (terápia)** nevet viseli. Fő eszközei tehát az illatanyagok, amelyeknek hatása azonban túlterjed az előbbi megfogalmazásban illatos mivoltukhoz kötődő hatáson! Baktériumölő és gyulladáscsökkentő hatásukkal is biztosítják azt az egész testünkre kiterjedő görcsoldást, ami idegrendszeri ellazulásunkhoz amúgy is nélkülözhetetlen.

Az általános működésszabályozó hatás csaknem minden illóolajra jellemző. Még abban az esetben is, ha elsődlegesen csak egy-egy szervünkre hatnak. A működésében szabályozott szervünk ugyanis kedvezőbb kapcsolatnak számít a környezetére nézve, s a jótékony hatás lassan a szomszédos szervekre is áttérjed. Az alábbi felsorolásban a fontosabb hatásterületeket vesszük sorra.

A *hormonháztartásunkon* kifejtett hatás eredményeként az egyes illóolajok erotikus, serkentő hatásúak lehetnek, megszüntethetik a frigiditást és az impotenciát, helyrehozhatják a menstruációs zavarokat, jótékonyan hatnak az anyatej kiválasztására. Ezek közé tartozik több más mellett a borsmenta, a citrom, a csillagos ánizs, az édeskömény, az erdeifenyő, a fahéj, a rózsza, a szantálfa, a vanília, a jázmin, a pacsul, a narancsvirág, a zsálya és a geránium illóolaja.

Idegrendszeri hatásukat tekintve az illóolajok nyugtató vagy izgató, szív- és gyomoridegességet oldó, agyműködést serkentő hatást fejthetnek ki. Ilyen egyebek mellett az ánizs, a citrom, az eukaliptusz, a fahéj, a kakukkfű, a zsálya, a borsikafű, az ibolya, a rózsza, a levendula és a bazsalikom olaja.

Vérkeringésünkre vérnyomást és szív működést szabályozó hatással lehetnek, mint az ánizs, a kakukkfű, a majoránna, a zsálya, a levendula és még számos növényből készített illóolaj.

Veseműködésünkre is serkentőleg hatnak. Ezt a hatást például a kőképződés „védőkolloidos” akadályozásával, vagy erőteljesebb vizeletkiválasztással érik el (pl. levendula-, erdeifenyő-, kapor- és rozmarin olaj). Az édesk-

mény olaja veseelégtelenség és vesekövesség esetén használ, de nagy adagban súlyos görcsöket okoz.

Az illóolajokra is áll az, ami a kémiai anyagokra általában igaz, hogy azok a szervezetünkbe a

- **tüdőnkön,**
- **tápcsatornákon** és a
- **bőrünkön** keresztül kerülhetnek be.

Az illatlámpából – meleg víz felületéről – elgőzölgő illóolaj gőze betölti az egész szobát, nagy része megkötődik a bútorszövet, a szőnyeg és a függöny szálainak felületén, ezért ez az illóolajok felhasználásának legbiztonságosabb módja. Sok illóolaj azonban belsőleg is használható gyógyításra, némelyikük a bőrünkre is felvihető.

Általános érvénnyel megjegyzendő azonban, hogy az *illóolajok* nagy hatékonyságuk következtében *veszélyesek!* Illatlámpából elpárologtatva is csak néhány csepp az, amit káros hatás nélkül használhatunk. **Belsőleg** pedig – cukorra vagy mézre cseppentve – **mindössze egy-két** csepp az, amit biztonsággal bevehetünk. Azt is csak **legfeljebb egy héten át!** **Gyermekeknek** hatéves kor alatt, **várandós anyáknak** és **epilepsziásoknak pedig egyáltalán nem szabad illóolajat bevenniük.** Tartósan a bőrünkre sem vihetünk fel illóolajat, mert túlérzékenységi hatást válthatunk ki vele. Ilyen hatás olykor még a nagy hígítású parfümökönél is felléphet.

A gyöngyvirág illata (22,5 cm, bronz, fa alap)

A szobor elkészítésének indítója egy számomra új tudományos hír, ami arról tudósít, hogy kutatók különböző illatos anyagok gőze hatásának tettek ki emberi hímivarsejteket. Azt tapasztalták, hogy a liliumfélék családjába tartozó gyöngyvirág illatanyaga a hímivarsejtek minden egyébnél élénkebb mozgását váltotta ki. Ésszerű **feltételezésnek** tarthatjuk, hogy

a **női petesejt** valószínűleg gyöngyvirággillat kibocsátásával **serkenti az ivarsejteket** kellően **élénk és célirányos** mozgását. Már a gyöngyvirággillat feltűnő élénkítő hatása is fontos felismerés, ha pedig az illat említett célra irányuló *vezetése* is igazolódik, akkor az élő rendszerek kémiai üzenetközvetítő anyag használatának életünk szempontjából legfontosabb – sejt szinten zajló – esetére találtak rá.

A természetes illatanyagok többfajta molekula elegyből állnak. Ezért csak arra van lehetőségünk, hogy meghatározzuk, melyik molekulafajta van jelen a legnagyobb mennyiségben. Ezután **újabb feltételezéssel** azt fogadjuk el a vizsgált illatanyag formai megjelenítőjének. Így ez a kémiai képlet lehet az adott illat szobrászi megfogalmazásának alapja is, ha bármilyen okból érdekesnek találjuk, pl. mint itt is.

Ez a szobor tehát így készült. A *para-tolyl izobutirát* molekula képlete lehetővé tette, hogy – viszonylag nagy szabadsággal – megmintázható legyen a vezénylés alatti **hímivarsejteket célirányos** mozgása. Így egy gyöngyvirágszerű, növény alakú szobor állt elő, aminek szára

és egy-egy levele mutatja azt a törekvést, amivel az ivarsejteket célba akarnak érni. Azt is látni lehet, hogy az első célba ért sejt után a második, már célba nem érve, visszaesésével jelzi a nagy versenyfutás végét. A többiek valószínűleg csak az *illat-jeladás* megszűntével érzékelik az életért folyt versenyfutás befejeztét.

Számunkra, magyarok számára rendkívül érdekesek a fentiek! A honvisszafoglaló törzsek Megyer (Magyar) vezéri törzsének kultuszvirága a *gyöngyvirág volt!* Sejtették vagy netán tudták volna a gyöngyvirággillat hatását, szerepét?! Vagy honnan jön a gyöngyvirágom megszólítás például a *lányom lányom gyöngyvirágom kerti virágszálom...* népdalban?

Levendulaillat

(21 cm, 27 cm, bronz, verde serrano)

A **linalil-alkohol** és ecetsavas észtere, a **linalil-acetát** adja a levendula illatát. Ezek a molekulák állnak itt bronzba öntve egymás mellett úgy, hogy a levendula növény bokros jellegét is mutatják. Még azok a virághordó „botoc-



kák” is megjelennek a bronzban, amik az élő növénynek a nyalábos, sűrű söprűs jellegét adják.

Érdekes, hogy a nézők többsége férfi-nő érzelmi táncára gondol a szobor láttán. A molekulákban az egyszeres kémiai kötések körül, mint forgástengelyek körül a molekularészek viszonylag szabadon elfordulhatnak. Ez a mozgáslehetőség finom elcsavarodásokat, hajladozást és lüktető ide-oda ingást eredményez. Ezeket az alakváltozásokat konformációs változásoknak nevezi a kémia tudománya. Az illóolajcseppek elpárolgásának érzékeltetésére a mintázásban igénybevett mozgások és a fényezett felületen megjelenő váltakozó fényeloszlás úgy látszik, sokak számára inkább a szerelmi hevület kifejezője, semmint a párolgásé.

A hárs illata (39,5 cm, bronz, mészkö)

A hogyan az emlékek elillanó képei feltolulnak és eláraztanak bennünket egyetlen emlékeztető hang vagy mozdulat nyomán, úgy borít be, áraszt el és itatja át minden ízünket a súlytalan, mézédés, olykor bódító hársillat



a nyárelői hársvirágzás idején. Különösen a már hűvösödő esti-éjszakai levegőn úszik messzire ez a részegítő illat. Ilyenkor érezzük úgy, hogy „csodaszép, hatalmas az élet”. Nem is véletlen, hogy ilyen erős hatása van ránk ennek az édes illatnak. A **hársvirág fő illóanyaga a farne-zol**, ami a terpének családjába tartozik, egészen pontosan szeszkviterpén. Ebből keletkezik a szkvalén, ami a lanoszterol-szintézis kiinduló anyaga.

Ez szteránvázas voltánál fogva közel áll szerkezetileg a legfontosabb hormonjainkhoz, az androgén, ösztrogén és progeszteron hormonokhoz. Ezért van tehát az, hogy ilyen erős a hatása rajtunk, s hogy talán éppen ezért a hársvirágtea az egyik legtöbbet s a legrégebb idők óta használt gyógyteánk. Meglehet azonban, hogy hosszasan éppen a farne-zol hormonalapanyag volta miatt esetleg nem ihatunk tömény hárssteát. De minden megfázásunkhoz éppúgy hozzátartozik a test-lelket átmelegítő mézes hársfatea, mint a néhány napos köhögés és szipogás.

Jázminillat mint leszálló sárkány (18×27,5 cm, bronz, folyami kavics)

Őseinknél az illatos virágok, de még inkább a szálló illat maga, költőileg a **lélekkel volt azonos**: a jó illatot a jó lélekkel, a rossz szagot, a bűzt az ártó rossz lélekkel, a Gonosszal azonosították. Ez csak az emberi világra látszik érvényesnek lenni, pedig a feromon-, allomon-, kairomonokról elmondottak alapján már tudjuk, hogy ez az eszmetársítás mennyire igaz és jogos az élővilágra általában is. Mert mi más lehet vajon az egyes élőlények egyedeinek a párkeresést, fajazonosítást, vagy a nyomravezetést segítő feromon, mint jó illatú? Avagy lehet jó illata a ragadozónak? A jázmin illata különösen érdekes. A kémiában használt képletírás szabályai szerint a jázmin illatát adó cisz-jázmont ötszögletes-ol-dallancos, gyűrűs vegyületnek ábrázolják.

Ezt ötszögfejű, két oldalszakállú, hosszú farkú játéksárkánynak láttam. Ez az a játéksárkány, amit a tavaszi, jó illatú szellők emelnek a magasba! De hogyan jön össze ez az európai



mesék sárkányaival, a szálló illattal és a lélekkel? Hiszen az európai mesék sárkányai csaknem mind gonoszak (talán a játéksárkányok kivételével), s így várhatóan rossz szagúak is! A távol-keleti sárkányok azonban többnyire jóindulatúak az emberekkel szemben! Ott a sárkány a kozmikus erő jelképe, a napfény megtestesítője, jang-természetű, a hatalom kifejezője. Ha jóindulatú, akkor jólelkű, a jó lélek pedig – mint már őseink is tudták – a jó illattal társul. A sárkány ezek szerint akár jázminillatú is lehet, ami nem is túlságosan képtelen gondolat: ki hinné például, hogy a nem virág, nem növény, sőt a sárkányokhoz hasonlóan szállni képes *Amauris ochlea* nevű lepke párkereső feromonja a cisz-jázmon?

A szobor a vietnami Leszálló Sárkány Öble sziklacsúcsaira emlékeztető kőre leszálltában mutatja a cisz-jázmon játéksárkányt, ami – már csak ettől is – a következő pillanatban akár meg is elevenedhet.

Difenil

(11,5 cm, bronz, verde serrano)

Szinte hihetetlen, hogy egy ilyen – viszonylag – nagy molekulájú anyag illatos lehet. Pedig a **difenil gerániumillatú**. A geránium



mot a magyar nyelv a gólyaorrfélék családjában tartja számon, ezeknek nem csak az illata, de leveleik, s gyökereik kivonata is gyógyítólag hat ránk. Ezért a homeopátiás gyógyászat anyagai, de természetesen az illat- és szépítőszergyártás is él velük.

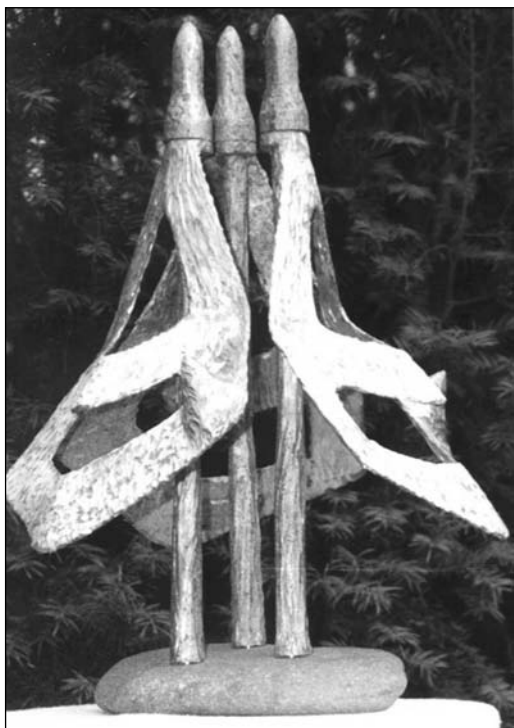
Korábban ez a szobor a „Tudós szemüvege” címet viselte, mert alkalmas a természettudományos kutatók helyzetét és látásmódját bemutatni. Ez a helyzet és látásmód – a tudomány természete miatt is – soha nem engedi meg a kényelmes és végleges megoldások létrehozását. A dolgok vagy az egyik szempont szerint láthatók összefüggő egészként, vagy a másik szerint. Az összehangolásra fordított erőfeszítések gyakran járnak hasonló eredménnyel, mint az, ha ezt a „szemüveget” viselni akarjuk. Olykor már úgy tűnik, a tudós szemüvege vagy csak az egyik, vagy csak a másik szemhez illeszkedik, s mivel a difenil két gyűrűjének síkjai még szilárd állapotban is 8–10 fokban hajlanak egymáshoz, modellje megfelel az „egy-szempontúság” kifejezésére.

A mű a tudós tudományos és emberi elkötelezettségének feszültségét is kifejezheti. Megfelelni a fenti kettős követelménynek jelenthet annyi feszültséget és kint, mint ujjainkon hordani ilyen kettős gyűrűt.

A fenyves illata

(38,5 cm, bronz, folyami kavics)

Az aleppói fenyők terpentinje kerekén 95% pinént tartalmaz. A szobor a fenyők és egyéb illóolajok illatát is adó **α-pinén moleku-**



lákat ábrázolja. Az α -pinén molekulák megmintázott rezgésalakja hármass fenyőcsoportot képez.

A szoborfenyőfa csoport tagjait külön-külön nézve mintha azonos alakú fenyőmanókat látnánk, akik – lebbenő köpenyűk szerint – nagy sietve éppen összefutottak egy kis tereferére.

Pacsuliillat (32,5 cm, bronz, verde serrano)

Magyarországon rosszálló értelmű a pacsuliszó. Az illatszerek olyan olcsó, értéktelen, vásárári, pancsolt fajtájára mondják azt, hogy pacsuli, ami édeskés, mértéken túl erős és tolokodóan szagos. Józan életű ember számára mindenképpen kerülendő! Aki mégis pacsulizza magát, az magára vessen! A magyar besorolja a többé-kevésbé beszámíthatatlanok, a feltűnési viselkedésben szenvedők közé. Pedig a Délkelet-Ázsiában, a Fülöp-szigeteken és a Csendes-óceán szigeteken élő pacsulibokor szárított és erjesztett leveleiből nyerhető pacsuliolaj illata – ami döntően alighanem a norpacsulenoltól ered – nem okozhatta ezt a félreértést.



A valódi pacsuliolaj baktérium- és gombaölő hatású, gyulladásgátló, sejtregeneráló, erotikusan serkentő, ennél fogva kiváló szer levertség ellen. Már a név hallatán is élénkség fog el. Látom a hajót, amint az álomszerűen nyugodt óceánon a fuvallattól is dagadó vitorlával suhanva hozza a rejtélyes, szentélyszagú pacsuliolajat.

Ámbraillat (37 cm, bronz, verde serrano)

Számomra az ámbraillat egyike a legrejtélyesebb szavaknak. Bizonyára nem egyedül vagyok ezzel így, mert bár az ámbra nem az az anyag, amivel naponta találkozunk, mégis gyakran olvashatunk róla olyan regényekben, amelyek viharzó lelkű főhőse mélyen beszívja az ámbraillatú levegőt. Az ilyen levegő persze legfőképpen az ugyancsak viharzó tenger partján érzékelhető, gyakran borongós ég alatt. Ebből nem tudjuk meg, hogy milyen illat is az ámbraé, de a fent vázolt költői lelkiállapotból feltehetően mindenki fenségesnek, lélekemelőnek képzei. A valódi ámbra illat talán meglepne bennünket. A valódi ámbra mindenesetre maga is rejtélyes. Biztosan csak annyit tudnak róla, hogy ez a viasszerű anyag a hím ámbra cét

tápcsatornájában található, s olykor-olykor a tengerben hanykódó darabokat is lelnek. Feltehetően, hogy az ábrás cet étrendjében szereplő tintahalak maradéka. Fő alkotóanyagai az ambrein (benne a $C_{27}H_{46}O_4$ savval), arachidonsav, koproszterin, epikoproszterin, ámbraporfirin és pisztrán (folyékony $C_{18}H_{38}$).

Az **ámbrá illatrögzítő**, ami azt jelenti, hogy az illatszer különböző illékonyosságú alkotórészeit illékonyosságukkal arányos erősséggel köti magához, így az illatszer teljes elpárolgásáig közel azonos illatharmóniát biztosít. Érthető hát, hogy régóta vadásznak rá a bálnavadászok. Napjainkban azonban olyan nagy mennyiségű ámbrára van szüksége az illatszeriparnak, hogy azt egyre inkább mesterségesen előállított anyaggal pótolják. Egy ilyen anyag a természetes sclareolból előállított ámbralkotó perhidro-naftofurán.

A szobor ennek a molekulának a hullámon ágaskodva vágtható, duzzadó vitorlájú hajóra is utaló alakja. Egyszerre emlékeztetve a nézőt az illatrögzítő ámbrá „egybecsomagoló” szerepére és tengeri, bálnavadászati eredetére is.



Ambrett-mósusz (22 cm, bronz, folyami kavics)

A természetes pézma és mósusz eredetileg állati, illetve növényi termék. A pézma az ázsiai pézmaszarvas hímjének hasán lévő zacskóban összegyűlő, átható szagú váladék. A legértékesebb a tonkini pézma. A mósusz a Hibiscus abelmoschus nevű sárga virágú bokor magjának sárga színű olaja, ami besűrűsödésre, megszilárdulásra hajlamos. Mindkét anyag, valamint az ámbrá is illatrögzítő. Ma már a természetes mósusz és ámbrá helyett mesterséges anyagokat is használnak. Az ambrett-mósusz például a legkevésbé hő- és fényérzékeny mesterséges anyag. Világossárga, por alakú, amit metilkrezol-metilészterből állítanak elő. Sok kölcsönhatásra kész csoportja miatt kiváló illatharmóniát adó illatrögzítő. Az illatrögzítők ugyanis minden bizonnyal molekulaközi, például dipólus-dipólus kölcsönhatásuk alapján szabályozzák az illatszer illatos molekuláinak elpárolgását, így téve egyenletessé az illatszer illatát mindaddig, amíg az maradék nélkül el nem párolog.

A szobor alakja az ambrett-mósusz molekula egy rezgési állapotának alakjával a talajból robbanásszerű hevességgel sarjadó Hibiscus abelmoschus növényre utal.



Fábián Balázs – Fehértói Judit – dr. Rábai Gyula

Egy egyszerű és olcsó oszcillációs reakció kémia szakköri bemutatásra

Az oszcillációs kémiai reakciók ma már jól ismertek, egyetemi kémiai előadásokon tananyagként szerepelnek. Középiskolában is fontos a bemutatásuk legalább a kémia szakkörökben, hiszen nagyon látványos jelenségek, a diákok érdeklődésének felkeltésére, a tantárgy megkedveltetésére különösen alkalmasak. A ma ismert oszcillációs rendszerek közül demonstrációra javasolt Belousov-Zsabotyinszkij [1], illetve Briggs-Rauscher [2] reakciók nagyon szép és robusztus szín-oszcillációt mutatnak. Azonban ezek bemutatása költséges, mert viszonylag nagy koncentrációban drága vegyszereket kell alkalmazni. Ezért az iskolai bemutatás sok esetben anyagi okok miatt hiúsul meg. Nem elhanyagolható hátrány az sem, hogy veszélyes anyagokat is használni kell a kísérletekhez, amelyek beszerzése engedélyhez kötött. A Belousov-Zsabotyinszkij reakció során számolni kell bróm felszabadulásával is, ami mérgező. Fontos megemlíteni, hogy ezekben a reakciókban az oszcilláció kialakulásáért felelős mechanizmus annyira bonyolult, hogy azt középiskolás szinten aligha lehet megérteni.

Célszerű lenne olyan oszcillációs reakciót bemutatni a szakkörökben, amely ezeket a felsorolt hátrányokat nem hordozza magával. A közelmúltban jelent meg a hidrogén-peroxid – hidrogén-karbonát – kalcium-szulfit oszcillációs reakciórendszer leírása [3], amely alkalmasnak tűnt a felsorolt hátrányok kiküszöbölésére. Célul tűztük ki, hogy a tudományos közleményben szereplő reakciórendszert olyan módon optimalizáljuk, hogy kémiai szakkörökön akár a diákok saját maguk is elvégezhessék azt a kísérletet, amiben láthatják az oszcillációt. Közleményünkben egy receptet írunk le, amelynek alapján az

oszcillációt mutató kémiai rendszer sokkal olcsóbban állítható össze veszélytelen, könnyen beszerezhető vegszerekből. Véleményünk szerint a periodikus viselkedés oka és a mögötte álló mechanizmus világos, könnyen érthető, középiskolás diákoknak is jól elmagyarázható volta.

$\text{H}_2\text{O}_2 - \text{HCO}_3^- - \text{CaSO}_3$ oszcillációs reakciórendszer

A kiválasztott reakciórendszer a pH-oszcillátorok csoportjába tartozik. A hidrogénion-koncentráció periodikus váltakozása jelentkezik az idő függvényében, amely pH-mérővel jól követhető, illetve alkalmasan megválasztott sav-bázis indikátorral látványos szín-oszcillációvá alakítható. Az itt javasolt oszcillációs reakció híg oldatokkal, közönséges, olcsó és teljesen biztonságos vegszerekből állítható össze.

A kísérlethez szükséges anyagok:

- kalcium-szulfit
- nátrium-hidrogén-karbonát
- hidrogén-peroxid-oldat
- kénsavoldat
- metilvörös indikátor
- jégkockák

Amennyiben kristályos kalcium-szulfit ($\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) nem áll rendelkezésre, akkor készíteni kell oly módon, hogy 0,1 mol nátrium-szulfidot és 0,1 mol kalcium-kloridot (vagy kalcium-nitrátot) külön-külön feloldunk kevés vízben, majd összeöntjük a két oldatot és a kivált kalcium-szulfitot szűrjük, bő vízzel felkavarva mossuk, levegőn kiterítve szárítjuk, mosárban elporítjuk, porüvegben tároljuk. Megjegyzendő, hogy a kalcium-szulfit élelmiszeripari adalékként használ-

tos. A belőle lassan képződő kén-dioxid megakadályozza az erjedést, a penészedést. Ebből következően nem veszélyes anyag, iskolai felhasználásra megfelelő. Ugyanez elmondható a nátrium-hidrogén-karbonátról is. A hidrogén-peroxid gyógyszerárban kapható fertőtlenítőszer. 30%-os oldatával való munka óvatosságot igényel. Bőrrre kerülve enyhe marásos sérülést okozhat. Hígítását tanár végezze el, és hígított formában adja a diákok kezébe. A tömény kénsav erősen maró hatású. Általánosan ismert előírás, hogy hígítását úgy kell végezni, hogy a vízbe kell lassan belecsurgatni a szükséges mennyiségű tömény kénsavat. Így a hígítás során felszabaduló hő nem okoz forrást, kifröccsenést. A tömény kénsav hígítását feltétlenül kémia tanár végezze el, a diákok kezébe csak a hígított törzsoldat kerülhet!

Nátrium-hidrogén-karbonátról készítünk $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot. Kénsavból is $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú törzsoldatra van szükségünk. Kénsav helyett salétromsav is használható a kísérlethez, csak a kénsavhoz képest kétszeres koncentrációban kell alkalmazni. Az elkészített törzsoldatok sokáig eltarthatók.

Metilvörös indikátor (átcsapási tartomány $\text{pH } 4,4 - 6,2$ élénk vörös – sárga) $0,2 \text{ g}$ mennyiségét 60 ml etanolban oldjuk, majd vízzel 100 ml -re egészítjük ki. Más indikátor is használható, amelynek átcsapási tartománya közel esik a $\text{pH } 4-6$ tartományhoz.

Az oszcillációs reakciórendszer receptje

Készítsünk jeges fürdőt egy kristályosító tálcában, amely a reakcióelegy lehűtéséhez szükséges. 120 ml desztillált vizet töltsünk egy 250 ml -es jódzám-lombikba. A lombikot helyezzük a jeges fürdőbe. Mérjük a vízhez $20,0 \text{ ml}$ $0,010 \text{ mol/dm}^3$ nátrium-hidrogén-karbonát törzsoldatot. Adjunk hozzá $0,5 \text{ ml}$ metilvörös indikátor oldatot. Ezután adjunk az elegyhez $9,0 \text{ ml}$ $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsav törzsoldatot. Az indikátornak átmeneti színt kell mutatnia a sárga és a vörös között. Amennyiben nem átmeneti a szín, pár csepp kénsavval vagy hidrogén-karbonát oldattal állítsuk be átmeneti színre. Erre az ellenőrző műveletre azért van

szükség, mert a használt desztillált víz változó koncentrációban tartalmazhat oldott szén-dioxidot, ami eltolhatja az optimális működéshez szükséges sav/hidrogén-karbonát arányt. Adjunk az így összeállított oldathoz $0,50 \text{ ml}$ 30% -os hidrogén-peroxidot. Amennyiben hígabb hidrogén-peroxid oldat áll rendelkezésünkre, akkor arányosan többet kell bemérni belőle. Ha lehet, kevertessük mágneses keverővel az elegyet. Ha nincsen keverőnk, akkor üvegbottal is kevergethetjük. Miután a reakcióelegy lehűlt 10°C alá, adjunk hozzá 1 g $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -t. Keverjük folyamatosan a szuszpenziót. Az oszcilláció hamar megindul. Hosszabb sárga színű és rövid ideig tartó piros színű szakaszok váltogatják egymást kb. 1 perces periódusidővel. Az oszcilláció $8-10$ periódus után megáll. Újabb adag hidrogén-peroxid hozzáadásával ismét elindul. (Amennyiben a reakcióelegy tartósan sárga marad, és az oszcilláció nem indul el, akkor $2-3$ csepp kénsav törzsoldat hozzácseppentésével az oszcilláció elindítható. Amennyiben az oldat a pontatlan összemérések miatt tartósan vörös marad, akkor kevés hidrogén-karbonát törzsoldat hozzáadásával indítható el az oszcilláció.)

Az oszcilláció kialakulásának magyarázata

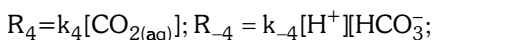
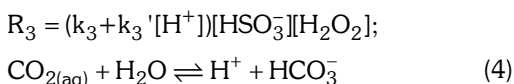
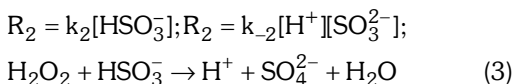
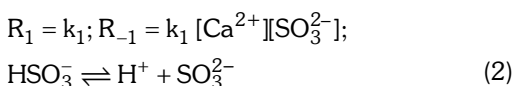
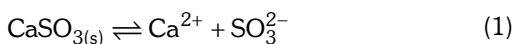
Általában a kémiai oszcillációról

Akkor beszélünk kémiai oszcillációról, ha egy reagáló rendszerben megfelelő körülmények mellett, a résztvevő részecskék koncentrációja időben vagy térben sok szélsőértéket mutat, miközben a reakció a termodinamikai egyensúly felé halad. A jelenség megértésénél nehézséget okoz, hogy a folyamat során a rendszer szabadenergiája folyamatosan és szigorúan monoton csökken, ami a termodinamika 2. fő-tételéből következik. Tehát egy résztvevő koncentrációjának oszcillációja nem jelentheti a bruttó folyamat irányának váltakozását. Csupán a rendszert alkotó komponensfolyamatok sebességének egymáshoz viszonyított aránya váltakozik az időben, ami eredményezheti a komponensfolyamatokban résztvevő részecskék

koncentrációjának oszcillációját. A jelenség termodinamikai alapjait Prigogine és munkatársai [4] ismerték fel. A kémiai oszcilláció tehát termodinamikailag lehetséges. Létrejöttének alapvető feltétele, hogy a rendszer távol legyen az egyensúlytól. Az egyensúly körüli oszcilláció a fizikában lehetséges ugyan (pl. ingamozgás), de a kémiában az egyensúlyi helyzet körül nem alakulhat ki spontán oszcilláció. Feltétel továbbá az is, hogy a reagáló rendszerben legyen olyan komponensfolyamat, amely öngyorsulásra képes (autokatalitikus lépés). További előfeltétel, hogy az öngyorsuló komponensfolyamatot alkalmas kémiai reakcióval modulálni kell oly módon, hogy megfelelő fáziskéséssel az autokatalizátort elvonjuk a rendszerből.

Az oszcilláció feltételei a $\text{H}_2\text{O}_2 - \text{HCO}_3^- - \text{CaSO}_3$ reakciórendszerben

A reakciórendszer pH-szabályozott oszcillációt mutat. A hidrogénion-koncentráció fontos kinetikai szabályozó szerepet játszik a jelenség kialakulásában. A kalcium-szulfid rosszul oldódik vízben. Az oldódás következtében lassan és folyamatosan szulfitionok kerülnek az oldatba (1). Ezek a szulfitionok a (2) egyensúlyban HSO_3^- -tá alakulnak a hidrogénionnal való gyors reakcióban. A HSO_3^- autokatalitikus hidrogénion képződés közben oxidálódik szulfáttá a hidrogén-peroxiddal való reakcióban (3). A (3) reakció azért autokatalitikus, mert hidrogénion keletkezik benne és a hidrogénion-koncentráció pozitív hatványon szerepel a vonatkozó (R_3) sebességi egyenletben, tehát az R_3 sebesség növekszik a hidrogénion-koncentráció növekedésével. Az oszcillációhoz szükséges pozitív visszacsatolás tehát a (3) reakcióban jön létre. A (3) autokatalitikus reakció gyakorlatilag teljes lefutása után a (4) protonálódási egyensúly elvonja a protont a savasodó oldatból és visszaállítja azt a pH-értéket, amelyen a (3) reakció olyan lassú lesz, hogy lehetőséget ad a szulfition újból felgyűlésére az (1) folyamat útján. Ennek következtében kialakul egy újabb autokatalitikus ciklus kiindulási feltétele, vagyis létrejön a pH-oszcilláció.



Fontos, hogy a (4) megfordítható folyamat a szén-dioxid képződése és hidratálódása miatt nem a protonálódási reakciókra jellemző nagyon nagy sebességgel megy végbe, hanem megfelelően lassú ahhoz, hogy alkalmas legyen a hidrogénion megfelelő ütemű átmeneti elvonására, majd visszapótlására. Az (1) – (4) séma alapján a pH-oszcilláció modellezhető is. A számítógépes modellezés és egyéb részletek a reakcióról megtalálhatóak az irodalomban [3]. A reakció számos előnye mellett hátrányaként kell megemlíteni, hogy a közeg nem homogén oldat, hanem folyadék – szilárd szuszpenzió, ami folyamatos keverést tesz szükségessé. A keverés hatékonysága, intenzitása befolyással van a periódusidőre, sőt esetenként magát a jelenséget sem lehet észlelni, ha a keverés nagyon lassú vagy túlságosan gyors. Továbbá egy kis nehézséget okozhat az is, hogy szobahőmérsékleten nem lehet előidézni az oszcillációt. A bemutatáshoz jeges fürdőre van szükség.

A publikáció elkészítését a TÁMOP 4.2./B-09/1/KONV-2010-0007 számú projekt támogatta. A projekt az Új Magyarország Fejlesztési Terven keresztül az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Belousov, B. P. Sb. Radiats. Med., 1958; Medgiz: Moscow, 1959, 145.
- [2] Briggs, T. S.; Rauscher, W. C. J. Chem Educ. 1973, 50, 496.
- [3] Rabai, G. Phys. Chem. Chem. Phys. 2011, 13, 13604
- [4] Nicolis, G.; Prigogine, I. Self-Organization in Nonequilibrium Systems; Wiley: New York, 1977.

Szakács Erzsébet

A mindennapi életünk megjelenése a kémiaórákon

Húsz éve egyszerűen motivációs lehetőséget láttam abban, hogy kémiaórákon a mindennapi tapasztalatokat tudományos szemmel tekintsük át. Amikor szaktanterem és szertár hiányában kellett tanítanom a tantárgyat (még az internet és a kivetítők megjelenése előtt), ez vált az egyetlen lehetőséggé a kémia érdekesebbé tételére. Az első PISA felmérés okozta sokkhatás általában az alkalmazás-centrikus módszerek felé terelte a természettudományos oktatást, ebbe a koncepcióba is jól beleillett a tananyag hétköznapi vonatkozásainak tárgyalása. Napjainkban, amikor a diákok életük nagy részét virtuális világban töltik a számítógépek előtt és gyakorlati jártasságuk csekély, még fontosabb lehet, hogy a mindennapi életet bevigyük az órákra, mert ezzel inspirálhatjuk őket arra, hogy az itt szerzett tapasztalatokat a valódi világban meg is éljék.

A természettudományok a környezetünk, a természet törvényszerűségeinek felismerésére jöttek létre. Sajnos a tanítás során sokszor éppen ez a szempont marad el, a tananyag túlzottan elméleties, a gyakorlattól elszakad. Ennek kiküszöbölésére nagyobb hangsúlyt lehetne fektetni a minket körülvevő világ jelenségeinek vizsgálatára kémiaórákon is. Lehetőséget kell teremteni a tanulóknak, hogy a mindennapi életben szerzett tapasztalataikat a tanórákon is felvethessék, azokra tudományos magyarázatot keressenek, és a természettudományos tantárgyakból tanultak gyakorlati hasznát, alkalmazási lehetőségeit is megismerjék. Ezáltal fejlődik problémamegoldó készségük, természettudományos műveltségük szélesebb körű lesz. A sokféle alkalmazási lehetőség végigpróbálgatása – az ismeretek begyakorlá-

sán keresztül – tartósabb és alaposabb tudáshoz vezet.

Hétköznapi kérdések a tananyag feldolgozása közben

A mindennapi életben számtalan olyan jelenséggel, problémával találkozunk, amelyek a középiskolai kémia, fizika és biológiai ismeretek alapján értelmezni tudunk. A felvetődő problémákkal kapcsolatban a következőkhöz hasonló kérdéseket tehetünk fel:

- Hogyan „működik” a sütőpor? És az élesztő?
- Miért fut ki gyakran a folyadék a pohárból, ha mikrohullámú sütőben melegített vízbe tesszük a porkávét?
- Hogyan karamellizálhatunk kristálycukrot a mikrohullámú sütőben?
- Miért sül meg a hús az olajban hamarabb, mint ahogy ugyanaz a hús megpárolódna vízben?
- Miért világosodik ki a tea, ha citromot csepegtetünk bele?
- Hogyan készíthetünk kandírozott gyümölcsöt?
- Miért lesz piros a lilakáposzta, ha ecetes levet öntünk rá?
- Miért látjuk úgy, hogy télen az autók jobban füstölnek, mint nyáron?
- Milyen a jó benzin?
- Miért jó, ha kerékpárunkat nem a tűző napon támasztjuk le?
- Miért sózzák az utakat télen? A hidakat miért nem?
- Mi a különbség a léghajó és a hőlégballon működési elve között?
- Van-e haszna a láznak?
- Melyek az egészséges ivóvíz jellemzői? Csapvizet vagy palackozott vizet igyunk?

Kísérletek és esettanulmányok hétköznapi anyagokkal

A kémiaórákon a kísérletek a legérdekesebbek. Különösen igaz ez a tanulókísérletekre. A hozzávaló vegyszereket választhatjuk a minden háztartásban előforduló anyagok közül is. Így a diákok kémiatudásán kívül a mindennapi életben való jártasságot és a felhasználható anyagismeretet is bővítjük. Kísérleteink tárgya lehet például a sütőpor, a szalalkáli, a szódabikarbóna, az ételecet, a hipó, a mosó- és folteltisztító szerek, a hidrogén-peroxid, a fertőtlenítésre használt jódtinktúra vagy betadin stb.

A csoportmunkában zajló tanulókísérlet mellé adhatunk esettanulmányt is, mint például az 1. mellékletben található, régi süteményes könyvből származó szöveg alapján készült sütőporral kapcsolatos feladat. Ez a feladattípus különösen alkalmas arra, hogy a gyakorlati és a környezeti vonatkozásokat hozzákapszadjuk a tananyaghoz.

A kísérletek elvégzése, a tapasztalatok és következtetések összegyűjtése, valamint az esettanulmányok vizsgálata megfelel az érettségire való felkészítéshez és a kémiával csak érintőlegesen foglalkozó diák érdeklődésének felkeltéséhez is.

Projektek a mindennapi életből a kémiaórákon

A projektoktatás lehetőségeit legtöbbször témanapon, témahéten, tanórán kívüli tanulás keretében szoktuk kiaknázni. Azoknál a tananyagrészeknél azonban, amelyekkel kapcsolatban a diákoknak több hétköznapi tapasztalata van, a kémiaórákon is használhatjuk a módszert.

Évek óta sikeresen zajlik nálunk a 10. évfolyamokon a kőolaj-földgáz témakörben egy irányított témaválasztású, projekt alapú tárgyalási mód. A kötött témákkal (keletkezés, történet, feldolgozás, hasznosítás, környezeti vonatkozások, alternatív energiahordozók) elérhetjük, hogy a teljes tananyagot lefedjük, valóban a projektmunka alapján dolgozzuk fel az anyagot.

A szénhidrátoknál ötletbörzét követő témaválasztással szoktunk élni. Ezzel a diákok saját

érdeklődését és kreativitását jobban előtérbe helyezzük, ezért nagyon meglepő témájú előadások is szoktak születni. Például: Éhség, böjt, anorexia; Gumicukor, Vattacukor, Méz, Laktóz-intolerancia, Cukorbetegség, Egészséges táplálkozás, Marcipán, Csokoládé stb. A szabad témaválasztás hátránya, hogy a projekt ellenére leggyakrabban a teljes kémia tananyag a hagyományos módszerekkel kerül feldolgozásra.

A műanyagok összefoglalására, rendszerezésére készülő projektünkben minden csoport egy műanyagfajtát választ. Majd a kémiában tanultak alapján tárgyalja az előállítását és környezetében olyan tárgyakat keres, amelyek az adott műanyagból készülnek. Elemzi, hogy az adott felhasználási mód esetében milyen előnyei vannak a műanyagnak és igyekszik környezeti szempontból is megvizsgálni és hagyományos vagy alternatív lehetőségeket találni a kiváltására, ha szükséges.

A projektmódszer ismert előnyeit (pl. a diákok jobban bevonhatók, új oldalukról ismerhetők meg) és hátrányait (pl. időhiány, nem szorosan a tananyaghoz kötődő témák) mérlegelve dönthetünk a használatáról.

Mindennapi problémákra épülő kutatómunka a tehetséggondozásban

A tehetséges és/vagy érdeklődő diákok tanórán kívüli munkájához is találhatunk kiindulási pontot a mindennapokban. A saját kutatómunkát is feltételező, TDK jellegű konferenciákon, pályázatokon való megjelenéshez hálás témát adhatnak a hétköznapi feladatai. Felhívjuk a diákok figyelmét arra, hogy a főzés, mosás, takarítás, közlekedés stb. valójában a természettudományok részének is tekinthető, mint alkalmazott tudomány. Ugyanakkor azt is fontosnak tartjuk, hogy a tanulók lássák, hogy a természettudományok nem választhatók el egymástól élesen, sőt még szélesebben beágyazhatók a kultúra egészébe.

Ha egy terület történeti, néprajzi, művészeti stb. vonatkozásaira is kiterjesztjük a vizsgálódásainkat a természettudományokon kívül, akkor

	2008	2010
A továbbtanuláshoz kell a kémia	2,19	3,00
Az élethez kell a kémia	3,41	4,08
Szeretem a kémiát	3,05	3,08
Szeretem a kémiaórákat	3,37	3,33
A kémiaórák érdekesek	3,89	3,85

1. táblázat

A tanulók kémia iránti attitűdje

lehetőséget adhatunk a humán érdeklődésű diákoknak is arra, hogy egy reál témájú projektben alkotó módon részt vegyenek, sőt nélkülözhetetlenné váljanak.

Az 1. táblázat tartalmazza a 10. osztályos évfolyamok osztályzatátlagait a kémia tantárggyal és a kémiaórákkal kapcsolatban. A szokásos iskolai osztályzást alkalmazták a válaszaikban. Ebből az összesítésből látható, hogy kevesen választanak kémiával kapcsolatos hivatást, de elég fontosnak érzik ezt a tudományágot a mindennapi életben. Véltetően az órai munkának köszönhető, hogy jobban szeretik a kémiaórákat, mint magát a tantárgyat és még érdekesnek is tartják azokat.

Irodalom

- [1] B. Németh Mária (1998): Iskolai és hasznosítható tudás: a természettudományos ismeretek alkalmazása. In: *Az iskolai tudás* (Csapó Benő szerk.) Osiris Kiadó, Budapest
- [2] Csapó Benő (2004): *Tudás és iskola*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- [3] Gabnai Edit-Németh Veronika (2007): A kőolaj és a földgáz tanítása csoportmunkával. *A kémia tanítása*, XV. évf. 5. szám
- [4] Kosztolányi Istvánné (szerk.) (2004): *Sikeres iskolai projektek*. Független Ökológiai Központ, Budapest
- [5] Kovácsné dr. Csányi Csilla (2004): Tantárgyközi és tantárgyon belüli kémia projektek a gyakorlatban. A XXI. Kémiatanári Konferencián elhangzott előadás
- [6] A mi süteményes könyvünk, Minerva Budapest, 1990.

1. melléklet

Olvassa el figyelmesen a következő szöveget! A szöveg és kémiatudása alapján adjon választ a kérdésekre!

Néhány fontos szó a jó süteménytészta készítéséhez

Nézzünk csak körül az otthoni kis konyhagegyzeteinkben! Ahhoz, hogy a torta könnyű és magas legyen, vagy kuglófunk szépen sikerüljön, sok tojást, élesztőt, nagy mennyiségű vaját vagy zsírt kell felhasználnunk.

Mindezekkel szemben a gyakorlat mutatta meg a helyes utat, mely kiválóan találta e célra a sütőport. Vegyi összetételénél (nátrium-pirofoszfát, nátrium-hidrogén-karbonát és kukoricakeményítő) fogva a tészta felfúvásához szükséges gázokat a sütőpor nem a tészta értékes tápanyagainak elbontása folytán, hanem saját anyagából önmaga fejleszti. Mint rendkívül fontos tulajdonságot kell kiemelnünk, hogy a sütőporral készült sütemény minden kellemetlen mellékíztől teljesen mentes. További előnye a sütőporos tésztáknak, hogy 15–20 perc alatt elkészíthetőek.

A sütőport akkor használjuk helyesen, ha mindig a szükséges mennyiségű liszthez keverjük, s csak azután adjuk hozzá a többi előírt anyagot. A sütőport nagyon gondosan dolgozzuk el a tésztamasszában, hogy egyenletesen oszoljon el, nehogy a süteményünk egyik fele magasabbra nőjön a másiknál. Vízben vagy tejben a sütőport feloldani nem szabad, mert elveszti kelesztő hatását. Különösen óvjuk a savanyú hozzávalóktól (citromlé, aludttej, tejföl, ecet stb.)! A sütőporral eldolgozott tésztatömeg azonnal süthető, tehát nem szükséges várni a megkelesésre. Sőt, ha az összeállítás után azonnal sütőbe tesszük, akkor lesz a legmagasabb és legszebben sült a sütemény.

A mi süteményes könyvünk Váncza és Társa 1936. évi kiadása alapján Minerva Budapest, 1990.

1. Milyen gáz fejlődik a tésztában az élesztő és a sütőpor hatására? Írja fel a képletét!
2. A sütőpor mely komponense okozza a gázfejlődést?
3. Írja fel a sütőpor hatóanyagának a forró sütőben végbemenő reakcióját!
4. Miért kell óvni a sütőport a savanyú hozzávalóktól? Igazolja ezt reakcióegyenlettel!
5. Írja fel a nátrium-hidrogén-karbonát hidrolízisének egyenletét! A szövegben melyik támasztja alá ez az egyenlet? Milyen lesz az oldat kémhatása?

Molnár Henrietta

„Ugató kutya”

1. A kísérlet eredeti leírása

A kísérlet angol címe: „Barking Dog Reaction”

A tanári demonstrációs kísérlet alábbiakban magyarra fordított leírását Dr. Anna Marie Helmenstine, PhD, az About.com weblap főszerkesztője készítette, „How to Do the Barking Dog Chemistry Demonstration” címmel. [1]

2. Magyar fordítás

Az ugató kutya kísérlet a dinitrogén-monoxid (vagy nitrogén-monoxid), illetve a szén-diszulfid között végbemenő exoterm reakción alapszik. A keveréket hosszú csőben meggyújtva fényes kék kemilumineszcenciás jelenséget tapasztalunk, amelyet jellegzetes ugató vagy vonyító hang kísér.

Szükséges anyagok, eszközök

- Dinitrogén-monoxidot (N_2O) vagy nitrogén-monoxidot (NO) tartalmazó üvegcső dugóval. (Az említett nitrogén-oxidok előállítását és felfogását saját magunk is elvégezhetjük).
- CS_2 (szén-diszulfid)
- gyújtópálca vagy gyufa

Végrehajtás

- A dinitrogén-monoxiddal (vagy nitrogén-monoxiddal) megtöltött üvegcsőből vegyük ki a dugót, és csöpögtessünk bele néhány csepp szén-diszulfidot.

- Gyorsan zárjuk le ismét a csövet.
- Alaposan rázzuk össze, forgassuk meg az üvegcsövet, hogy a benne lévő nitrogén-oxid és a szén-diszulfid összekeveredjen.
- Gyújtópálca vagy gyufa segítségével gyújtsuk meg a keveréket. Dobjunk bele egy égő gyufát vagy használjunk méterrúdra ragasztott gyújtópalcát.
- Az égés gyorsan terjed, és közben ugató, ill. vonyító hang kíséretében ragyogó kék fény világít. A keverék néhányszor újra meggyújtható. A kísérlet bemutatása után az üvegcső belső falát kénréteg vonja be.

Balesetvédelmi szabályok

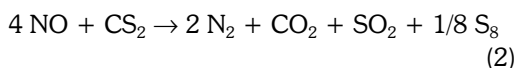
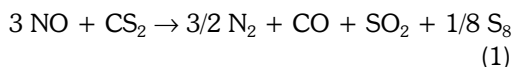
A kísérletet vegyifülke alatt végezzük, és bemutatása közben viseljünk védőszemüveget! A szén-diszulfid toxikus, és gyulladási hőmérséklete alacsony.

Magyarázat

Miután a dinitrogén-monoxidot (vagy a nitrogén-monoxidot) illetve a szén-diszulfidot összekeverjük és meggyújtjuk, az égéshullám lefelé halad a csőben. Ha a cső elég hosszú, az égés terjedését szemmel is követhetjük. A hullámfront előtt a gáz összesűrűsödik és a cső hossza által meghatározott távolságban robban fel (ezért van az, hogy mikor újra meggyújtjuk a keveréket, az „ugató” hangzás harmonikus).

A reakciót kísérő ragyogó kék fény példa azon kevés esetre, amikor egy kemilumineszcenciás reakció gázfázisban megy végbe.

A nitrogén-monoxid (oxidálószer) és szén-diszulfid (éghető anyag) közti exoterm bomlási reakció során nitrogén, szén-monoxid és szén-dioxid, kén-dioxid és elemi kén képződik.



Megjegyzés

Ezt a kísérletet 1853-ban Justus von Liebig mutatta be úgy, hogy a reakcióhoz nitrogén-monoxidot és szén-diszulfidot használt. A kísérlet annyira tetszett a közönségnek, hogy Liebig másodszor is bemutatta, de ezúttal robbanás történt, aminek következtében Terézia bajor hercegnőnek egy kissé megsebesült az arca. Elképzelhető, hogy a nitrogén-monoxid a második kísérlet során oxigénszennyezést tartalmazott, és így ezekből nitrogén-dioxid keletkezett.

3. A kísérlet néhány felhasználási lehetősége

Az „ugató kutya” kísérlet az általános- és középiskolai kémiaoktatás több területén is bemutatható. Ezeket az alábbi alpontokban tárgyalom.

a) Redoxireakció

Ez a nitrogén-monoxid vagy dinitrogén-monoxid és a szén-diszulfid közti reakció valójában egy redoxifolyamat. A kísérlet megfelel arra a célra, hogy az érdeklődés felkeltése miatt történő bemutatása után a tanulók különböző feladatokat végezzenek el vele kapcsolatosan. Először is például a kiindulási anyagok ismeretében próbálják meg kitalálni, hogy mi keletkezett. Ebben megfelelően feltett kérdésekkel segíthetünk nekik. Például: Mitől sárgulhatott meg az üvegcső belső fala? (Válasz: Az elemi kéntől.) Mi okozhatja a kellemetlen szúrós szagot? (Vá-

lasz: A kén-dioxid.) Ezután rá kell vezetnünk tanulóinkat arra, hogy amit a kísérletben láttak, az nem más, mint egy redoxireakció. Véleményem szerint erre jó módszer lehet az, ha felírjuk velük a kén oxidációs szám-változását (a szén-diszulfidban -2 , a kén-dioxidban $+4$, az elemi kéné 0), ami azonban korántsem olyan egyszerű feladat, mint azt elsőre gondolnánk. A Pauling-féle skála [2] szerint ugyanis a kén elektronegativitása $2,58$, a széné $2,55$ – tehát csak minimális mértékben különböznek. Bár tudjuk azt, hogy a szénatom elektrofilabb a szén-diszulfidban, mint a szén-dioxidban [3], tehát egész biztosan kialakul rajta egy elektronhiány, a középiskolai tananyagban viszont nem szerepel az elektrofilitás és nukleofilitás fogalma, ami nélkül azonban nehéz értelmezni a jelenséget. A precíz fogalmak nélküli „magyarázkodást” elkerülendő, a már említett oxidációs számok alakulását a kén picivel nagyobb elektronegativitásával indokoljuk. Mivel a kísérletet a redoxireakciók témakörénél mutatjuk be, valószínűsíthető, hogy a diákok rájönnek, hogy a kén oxidálódott a reakció során. Ugyanis már előzőleg tanulták, hogy minden elektronátmenettel végbemenő reakció kölcsönös, tehát ha valami oxidálódik, akkor egy másik anyagnak redukálnia kell. Ezért megkérhetjük őket, próbálják meg kitalálni, a felhasznált nitrogén-oxidból (N_2O vagy NO) mi keletkezhetett, és válaszukat indokolják is. Miután közösen összeállítottuk a reaktánsok és termékek listáját, azt a feladatot kapják, hogy rendezzék az egyenletet. Ez a megoldás azonban inkább csak fakultációs csoportok esetében javasolható. Ugyanis a bruttó egyenletet még a nitrogén-monoxid esetében is többféleképpen lehet felírni. Továbbá amellet, hogy a két kénatom különböző oxidációs állapotokba kerül, még az is bonyolítja a helyzetet, hogy az (1) egyenletben a nitrogénatomokon kívül a szénatom is redukálódik. Ezért a redoxireakciók elektronátmenet alapján való rendezésével épp csak ismerkedő diákok esetében célszerű ezt a kísérletet a témakör elkezdésekor motivációs jelleggel bemutatni, de értelmezését a rendszerező, összefoglaló órára hagyni. Ha az osztály vagy a

csoporthoz előképzettsége alapján nem várható, hogy a diákok többsége egyedül is megbirkózik a bruttó egyenletek rendezésével, akkor a kész egyenletek értelmezésére kell őket megkérni. Például pármunkában az osztály egyik fele az (1) egyenlet, a másik fele a (2) egyenlet alapján állapítja meg, hogy mely anyag(ok) oxidálódtak, ill. redukálódtak. A segítő, rávezető kérdések száma és jellege ügyében is csak a tanulókat jól ismerő kémia tanár tud dönteni.

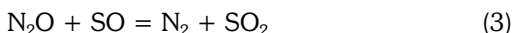
b) Diszproporció

A reakció kiváló példa a diszproporciós reakcióra, mivel a szén-diszulfidban megtalálható kénből két különböző oxidációs állapotú kénatom keletkezik.

c) Exoterm reakció

Az általános és a középiskolás kémia tananyagban egyaránt részét képezi a reakciók energetikai változása. Az exoterm reakciók tárgyalásakor ez a kísérlet rendkívül alkalmas annak igazolására, hogy bizonyos rendszerek a kötésienergia-tartalom csökkenése során felszabaduló energiájukat az anyagok nem csupán hő-, de fényenergia formájában is átadhatják környezetüknek (ellentétben pl. a nátrium-hidroxid vízben való fizikai oldódásával [4], ahol csak hő formájában szabadul fel az energia). Ugyanakkor ez a fényjelenség szabad szemmel is megkülönböztethető az égést kísérő fénytől (vö. pl. magnéziumszalag égetése [5]). Ennek kapcsán beszélhetünk röviden a lumineszcencia és konkrétan a kemilumineszcencia jelenségéről. Elmagyarázhatjuk, hogy a folyamat során az energia egy része közvetlen fényenergia formájában távozik. Érdekességképp megbeszélhetjük a szentjánosbogár és a világító halak esetét is, amellyel a témát a biológiához is kapcsolni tudjuk. Ha érdeklődőbb tanulókkal van dolgunk, részletesebben ismertethetjük, hogy tulajdonképpen a reakcióban keletkező reaktív köztitermékek energiátöbbletűktől megszabadulva bocsátanak

ki fényt [6]. A dinitrogén-monoxiddal végrehajtott reakcióban a kén-monoxid (SO) és a dinitrogén-monoxid (N₂O)* kiindulási anyagokból nyert kén-dioxid (SO₂) és nitrogén (N₂) keletkezése után, azok gerjesztésének megszűnésekor szabadul fel fényenergia [7].



d) A nitrogén oxidjai

A 8. osztályos szerves kémiai anyagok nitrogénről szóló részében is bemutatható a kísérlet, és bár előzetes anyagszerkezeti ismeretek nélkül meglehetősen nehéz elmagyarázni, miért és hogyan megy végbe a reakció, a reakciót kísérő fény- és hangjelenség miatt várhatóan a tanulók tetszésére lesz. Ez utóbbi okból kifolyólag a kísérlet tudomány népszerűsítő vagy motiváló jelleggel bármilyen életkorú és előképzettségű közönség előtt bemutatható.

e) Bizonyíték a kémia és a fizika kapcsolatára

Az „ugató kutya” kísérlet nagyszerű bizonyíték arra, hogy sokszor egy folyamat nem sorolható be egyértelműen a kémiai vagy a fizikai jelenségek közé. Ezt nagyon szemléletesen alátámasztja az anyagi minőség változását kísérő fényjelenség és a jellegzetes hang. A hang keletkezését egyszerűen azzal magyarázhatjuk, hogy az exoterm reakcióban felszabaduló hő következtében az üvegcsőben lévő levegő és egyéb, a reakcióban keletkező gázok hőmérséklete megemelkedik, ezért azok kitágulnak, és nagy sebességgel elkezdnek kiáramlani a csőből. Ennek eredményeként a cső belsejében lecsökken a nyomás, ami szívó hatást okoz, és most a levegő befelé áramlik szintén nagyon nagy sebességgel. A folyamat oda-vissza ismétlődik, ez egyfajta oszcillációs mozgást eredményez, ami a levegő vibrálását okozza, és a vibrálás következtében a cső fala rezonálni kezd – így alakul ki az ugatósszerű hang [5]. Ez ugyan

* Attól függően, hogy a felsoroltak közül milyen nitrogén-oxidot használunk a kísérlethez, a dinitrogén-monoxid lehet kiindulási vegyület vagy köztitermék.

nagyon leegyszerűsített magyarázata a tényleges történesnek, de az említett hang keletkezésének és terjedési jellemzőinek részletes magyarázatát fizikus kollégáinkra bízhatjuk. E helyen elegendő, ha a diákok megértik, hogy az anyagi világ egységes egész, és csak a könnyebb megértés és leírás végett „szeleteljük fel” az anyag szerveződési szintjei szerint tudományágakra, az iskolában pedig tantárgyakra.

Véleményem szerint a kísérlet látványossága és érdekes kísérő hangja miatt osztatlan sikert fog aratni a tanulók körében. Így akár egy adott témakörhöz választva, akár csupán az érdeklődés felkeltése céljából kívánjuk demonstrálni (persze megfelelő elővigyázatosság és az összes balesetvédelmi szabály betartása mellett, ld. Liebig esetét!), bemutatásra érdemes és alkalmas.

Irodalomjegyzék

- [1]<http://chemistry.about.com/od/chemistrydemonstrations/a/barkingdog.htm>
- [2]<http://hu.wikipedia.org/wiki/Paulingsk%C3%A1lla>
- [3]http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_disulfide
- [4]Rózsahegyi Márta – Wajand Judit (1999): Látványos kémiai kísérletek. Mozaik Oktatási Stúdió, 59.
- [5]Rózsahegyi Márta – Wajand Judit (1999): Látványos kémiai kísérletek. Mozaik Oktatási Stúdió, 65.
- [6]<http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Luminesc.htm>
- [7]<http://www.thenakedscientists.com/HTML/content/kitchenscience/garagescience/exp/the-barking-dog-experiment/>

Dr. Riedel Miklós – Fogarasi József

A 11. Grand Prix Chimique vegyésztechnikusi diákolimpia

A Grand Prix Chimique (GPCh) nemzetközi vegyésztechnikusi verseny – amelyen a diákok a kémiai laboratóriumi jártasságukat mérik össze – 1991-ben indult és kétévenként rendezik meg. A verseny céljáról, történetéről, lebonyolításáról korábbi közleményünkben írtunk [1], a további részletek a GPCh hivatalos honlapján találhatóak [2].

A 11. GPCh-et 2011. szeptember 26–30. között Dornbirnben (Ausztria), a Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt szakképző központban rendezték meg 10 ország – Ausztria, Cseh Köztársaság, Franciaország, Horvátország, Magyarország, Németország, Svájc, Szerbia, Szlovákia és Szlovénia – 20 diákja részvételével. A magyar csapat tagjai Nagy Sándor és Zsemberi Máté, a Petrik Lajos Vegyipari

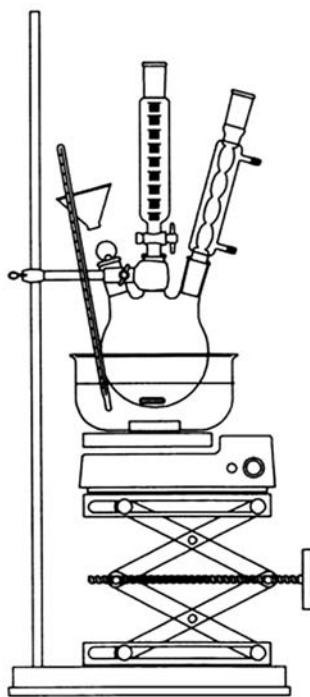
Szakközépiskola 2011-ben végzett diákjai voltak. A versenyzők a két versenynap során klaszszikus és műszeres analitikai, valamint szerves preparatív feladatokat oldanak meg napi kilenc óras munkában. A zsűri mind a laboratóriumi munka ügyességét, mind a munka végeredményét értékeli.

A versenyzők a verseny előtti délután megtekinthették a laboratóriumokat, és kérdéseket tehettek fel egy-egy esetleg nem ismert eszköz működésére vonatkozóan. Eközben a nemzetközi zsűri tagjai megvitatták a rendezők által összeállított versenyfeladatokat és a pontozási szempontokat. A GPCh egyik haszna éppen abban van, hogy hozzájárul a laboratóriumi műveletek nemzetközileg egységesebb kivitelezéséhez, és elősegíti a vegyésztechnikus-képzés

területén az európai integrációt. Az idei versenyen nem találkoztunk számunkra kevésbé ismert felszereléssel, az új generációs laboratóriumi eszközök és műszerek ma már természetesekek, a környezetvédelmi előírások, a szelektív hulladékkezelés pedig magától értetődő.

Versenyfeladatok és eredmények

A 11. GPCh analitikai feladata két részből állt. Az egyikben egy mosószer foszfortartalmát kellett meghatározni fotometriás módszerrel [3, 4]. Első lépesként a szerves foszforvegyületet peroxo-diszulfáttal való feltárásnak kellett alávetni, majd az ismert foszfor-molibdénkérek reakció segítségével 880 nm hullámhosszon mérhető volt a foszfortartalom. A feladat több szempontból is próbára tette a versenyzők tudását. Egyrészt a feltárással összekötött analitikai feladat jó munkaszervezést igényelt. Másrészt annak, aki nem gondolkodott munka közben, komoly nehézséget okozott,



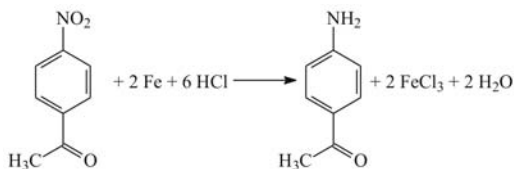
1. ábra

Eszköz a Bechamp-redukció elvégzéséhez

hogy a mindennapi életből vett minta foszfortartalma kívül esett a recept szerinti hitelesítő oldatok mérési tartományán. Ezt a körülményt a versenyzőknek fel kellett ismerniük, és megfelelő hígítással olyan mintaoldatot kellett készíteni, amivel a mérés a kalibrációs tartományon belül egzakt módon elvégezhető volt. Azok, akik gondolkodás és önálló laboratóriumi gyakorlatosság nélkül dolgoztak, ezen a feladatrészen bizony elvéreztek.

A másik analitikai feladat egy lúgos mosószer savkapacitásának szabvány szerinti meghatározása volt klasszikus titrálásos módszerrel, beleértve a sósav mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározását is. A savkapacitást mol/L-ben két eltérő pH-értékre, két indikátorral (fenolftalein pH=8,2, metilnarancs pH=4,3) külön-külön kellett megmérni, ami a gyors munkavégzés mellett a módszer elméleti alapjainak jó ismeretét is igényelte.

A preparatív feladatban a 4-nitro-acetofenon redukcióját hajtották végre 4-aminoacetofenoná az iparban is régóta alkalmazott eljárással, az ún. Bechamp-redukcióval [5,6], ami finom eloszlású vasat használ sav jelenlétében:



A reakciót óvatos adagolással az 1. ábrán bemutatott eszközben kellett elvégezni. Ezután a reakcióelegy feldolgozása – semlegesítés, extrahálás és vákuumbepárlás – következett, majd a terméket átkristályosítással tisztították, végül szárítás fejezte be a bonyolult műveletsort. A termék tisztaságát vékonyréteg-kromatográfiával (VRK) és a retenciós faktor megállapításával kellett ellenőrizni és dokumentálni.

A versenyen a nemzetközi zsűri a GPCh filozófiájának megfelelően csak egy első, egy második és egy harmadik helyezést adott ki. Szá-



2. ábra
Zsemberi Máté a Bechamp-reakció közben



3. ábra
A fázisok óvatos szétválasztása a kitermelés egyik kulcslépése



4. ábra
Egy nyilvánvalóan hibás oldatsorozat spektrofotometriához

munkra nagy öröm, hogy az első és második helyen végzett két német diák mögött szorosan – a 240 pontos skálán csak 2 ponttal lemaradva – a 3. helyezést az egyik magyar versenyző, Nagy Sándor érte el. Sőt, a másik magyar versenyzőnk eredménye is dicséretes, mert ugyan a harmadik helyezést követően hivatalosan nem hirdetnek ki további sorrendet, az összesített pontszámok alapján azonban tudható, hogy Zsemberi Máté a 7. helyen végzett. A verseny eredményét az ünnepélyes záróesten hirdették ki, a dornbirni iskola textilszakos diákjainak táncos divatbemutatója kíséretében. A fázisok két versenynap után a versenyzők és a kísérők szép hajókiránduláson vehettek részt a Bodeni-tavon. Eközben megnézték Lindaut, a tóparti kisvárost, ahol minden évben összegyűlnek a Nobel-díjasok kötetlen, de komoly szakmai megbeszélésre. Reméljük, hogy a hely szelleme megérintette a vidám, de szakmájában elhivatott nemzetközi diáksereget.

A versenyről további információk, fényképek, a versenyfeladatok, a részletes eredmény a verseny hivatalos honlapján [2], továbbá a dornbirni szakképző központ honlapján [7] található.



5. ábra

Nagy Sándor átveszi a 3. helyezett díját Prof. A. Matbistól, a nemzetközi zsűri elnökétől

Magyar diákok GPCh szereplése és a magyar szakképzés

A GPCh versenyeken Magyarország a kezdetektől fogva részt vesz, és diákjaink eddig mindig sikeresen helyt álltak (1. táblázat). Sajnos az elmúlt tanévben a hazai Országos Szakmai Tanulmányi Versenyek keretében – az iparág fontosságához méltatlan módon – a vegyipar szakmacsoportban nem rendeztek versenyt. Így a GPCh-re a korábbi évektől eltérően kellett a versenyzőket kiválasztani. Szerencsére az Országos Műszaki Tanulmányi Verseny vegyipari csoportjába sikerült olyan gyakorlati feladatot is beilleszteni, amely lehetőséget adott az érdemes és alkalmas hét tanuló előzetes kiválasztására. Ők az ELTE Kémiai Intézetében Dr. Szabó Dénes docens irányításával a végső válogató versenyen és egy rövid felkészítésen vettek részt.



6. ábra

A 3. helyezett díja

	arany	ezüst	bronz
Németország	5	4	1
Cseh Köztársaság	3	2	2
Szlovákia	2	1	3
Szlovénia	2	1	0
Magyarország	1	3	5
Ausztria	1	1	0
Franciaország	0	2	1
Dánia	0	1	1
Hollandia	0	1	1
Horvátország	0	1	1
Norvégia	0	0	1

1. táblázat

A eddigi 11 GPCh érmeinek országokénti eloszlása

Az elmúlt évek során részt vett, de nem szerzett érmet: Görögország, Izrael, Litvánia, Montenegró, Svájc, Szerbia

Ahogyan a GPCh végeredményéből is látszik, a legkiválóbb vegyésztechnikusaink Európa élvonalába tartoznak. Ebben az évben tapasztaltuk először, hogy a versenyzőink angol nyelvtudása is elérte a megkívánt nemzetközi szintet, ha kellett, gond nélkül kommunikáltak a zsűri tagjaival, sőt, *Zsemberi Máté* még interjút is adott az osztrák rádióknak.

Nem megnyugtató viszont, hogy általában a diákjaink laboratóriumi képzettsége csak nehezen hozható a nemzetközi szintre. Nagyon hiányzik a magyar szakképzésben az a számos nyugati országban jól működő gyakorlat, hogy a képzés egy jelentős része az iskolákkal való kooperációban, de gyárakban történik. Ez a képzési rendszer magyarázza a német diákok évtizedes kiváló szereplését, sőt a most először részt vevő svájci csapat jó eredményét is. Más – az éremlista elején álló – országok kiválasztott diákjai viszont jelentős állami támogatással, jól felfogott távlatos nemzeti érdekeknek megfelelően megrendezett központi felkészítésen vehet-

nek évek óta részt. Sajnos ilyen támogatást nálunk nem sikerül biztosítani, sőt a GPCh-en sikeresen szereplő diákok méltó megbecsülése is legtöbbször elmarad.

Az elmúlt húsz év tapasztalata az is, hogy a magyar diákok csak az iskolák tanárainak külön áldozatos munkájával és személyes rátermettségükkel érhettek el eredményeiket. Azt is tapasztaltuk, hogy van néhány olyan fontos művelet, ami a magyar szakmai képzésben régebben szerepelt, de a csökkenő gyakorlati idővel magyarázható módon jelenleg kimarad a képzésből, vagy legalábbis nem szánunk rá a súlyának megfelelő időt (pl. VRK, vákuumdesztilláció, csiszolatos eszközök szerelése stb.). Talán ezen is múlhatott az idei magyar aranyérem. Az említett gondokat nem csak a csapat vezetői, de a GPCh versenyeken részt vett diákok is hasonlóan látják.

Köszönetet mondunk az érintett iskoláknak és tanáraiknak (beleértve azokat is, melyeknek tanulója nem jutott el az ausztriai döntőig) az áldozatos felkészítő munkáért, és természetesen köszönet illeti meg a támogatókat, a Richter Gyógyszergyárat, a Petrik SZKI Alapítványt és az ELTE Kémiai Intézetét is.

Irodalom

- [1] Riedel M., Fogarasi J.: A Kémia Tanítása, XVII, 2009, 5. sz., 22–24.
- [2] <http://www.chem.elte.hu/w/gpch/>
- [3] Water quality – Determination of phosphorus – Ammonium molybdate spectrometric method, (ISO 6878:2004)
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=36917
- [4] Graffmann G., Fres. Z.: Anal. Chem., 301, 364–372. (1980)
- [5] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Nitrovegy%C3%BCletek>
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Bechamp_reduction
- [7] <http://www.htldornbim.at/Schule/Veranstaltungen/GrandPrixChimique2011/tabid/341/Default.aspx>

2011-ben átadták a nyolcvanadik Rátz Tanár Úr Életműdíjat

11 éve három magyarországi nagyvállalat, az Ericsson, a Richter Gedeon és a Graphisoft alapította a Rátz Tanár Úr Életműdíjat kiemelkedő oktató-nevelő tevékenységet folytató magyarországi tanároknak. E díj gondozására jött létre az Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért, amely idén is nyolc pedagógust jutalmaz munkásságáért személyenként 1,2 millió forinttal.

A díjra a közoktatás 5–12. évfolyamain biológiát, matematikát, fizikát és kémiát tanító (vagy egykor tanító) tanárok terjeszthetők fel írásban szakmai és társadalmi szervezetek, az ajánlott tanár tevékenységét jól ismerő kollektívák, valamint kivételes esetekben magánszemélyek által.

A hagyományoknak megfelelően a díjátadó a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében volt, 2011. november 22-én, kedden 11 órakor.

Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért

Három vállalat, az Ericsson Magyarország, a Graphisoft és a Richter Gedeon Nyrt. képviselői 2000. december 1-jén ünnepélyes keretek között jelentették be, hogy a három cég közös alapítványt hozott létre a magyar természettudományos oktatás támogatására.

A Rátz Tanár Úr Életműdíjat az alapítvány kuratóriuma 2001-től évente ítéli oda kezdetben hat, 2005 óta nyolc kiemelkedő eredményt elérő pedagógusnak. Az egyenként 1 millió forint összegű díj 2010-ben 1,2 millió forintra emelkedett. Az alapítvány díjazottai olyan középiskolai és általános iskolai tanárok, akik az alapítók tevékenységi köréhez szorosan kapcsolódó magyarországi matematika-, fizika-, kémia- vagy biológiaoktatás területén kimagasló szerepet töltenek be a tantárgyak népszerűsítésében és a tehetséggondozásban.

A három nagyvállalat közös kezdeményezésének célja, hogy tisztelettel adózzon azon pedagógusok előtt, akik áldozatos szakmai munkájukkal és kiemelkedő eredménnyel képzik a jövő tehetségeit.

A Rátz Tanár Úr Életműdíjra való felterjesztés feltételei

A díjra a közoktatás 5–12. évfolyamain biológiát, matematikát, fizikát vagy kémiát tanító (vagy egykor tanító) tanárok terjeszthetők fel írásban szakmai és társadalmi szervezetek, az ajánlott tanár tevékenységét jól ismerő kollektívák, kivételes esetekben magánszemélyek által.

A felterjesztés feltétele, hogy a jelölt a magyarországi közoktatás területén – nem szervezői munkakörben – dolgozó, az 5–12. évfolyamokon kimagasló oktató-nevelő tevékenységet végző/végzett, olyan életművel rendelkező tanár legyen,

- aki legalább 10 éves közoktatási tanári gyakorlattal rendelkezik,
- akinek tanítványai az országos hazai és/vagy nemzetközi versenyeken a fenti tantárgyak valamelyikében az elsők között szerepeltek vagy többször a döntőbe jutottak,
- aki tevékenységében gondot fordít a hátrányos helyzetű, tehetséges diákok felfedezésére, tudásuk gyarapítására,
- aki jelentős szerepet vállal a fenti négy tantárgy valamelyikéhez kapcsolódó országos, regionális vagy iskolai szakmai programok (pl. versenyek, továbbképzések, tanácskozáások) megszervezésében, a program tartalmának felépítésében és kivitelezésében (pl. előadások tartása, szakanyagok készítése, friss információ továbbítása),
- aki rendszeresen továbbképzzi magát, tájékozott az adott tudomány területén elért ered-

ményekről, a tantárgy tanításával kapcsolatos aktualitásokról, tapasztalatait megosztja kollégáival,

- aki szakmai lapokban publikál, könyveket, tankönyveket, tanítási segédleteket írt vagy ír,
- aki a szaktárgyi felkészítés mellett hivatásának tekinti tanítványai nevelését, személyiségük fejlesztését, problémáik megoldásához segítséget nyújt,
- akinek személyisége, szakértelme, egész életvitele példamutató.

Ki volt Rátz tanár úr?

Rátz László (1863–1930) a Budapesti (Fasori) Evangélikus Gimnázium legendás híru tanára volt. Kiváló matematikusokat, fizikusokat, kémikusokat nevelt. Az ő keze közül kerültek ki olyan kiválóságok, mint Wigner Jenő fizikus és Neumann János matematikus. A soproni Evangélikus Gimnáziumban érettségizett, majd a Budapesti Tudományegyetemen tanult. Ezután egy évig a berlini egyetemen filozófiát, majd a strassbourgi egyetemen természettudományt tanult. 1890-től a Budapesti Evangélikus Főgimnázium helyettes tanára, majd rendes tanára, végül 1909 és 1914 között a gimnázium igazgatója.

Rátz tanár urat a magyar matematikatanítás egyik nagy reformerének tartják. 1906-ban többek között Beke Manóval és Mikola Sándorral megalapították a Matematikai Reformbizottságot. A Bizottság megállapította, hogy a matematikának is megvannak az önkéntelenül megszerzett elemei, és ezeket meg kell erősíteni a tanulóban. A matematika tanulását át kell szőnie a közvetlen tapasztalatnak, a sok mérésnek. Hangsúlyozták a fejszámolás fontosságát, a becslések gyakoroltatását.

Rátz László olyan tanár volt, aki nagy tudása és kifinomult érzéke alapján felismerte a tehetségeket, és úgy bánt velük, mintha kolleégái, munkatársai lettek volna. Leghíresebb tanítványainak (Neumann János, Wigner Jenő) tehetőségét is már korán felismerte és segítette az előmenetelüket. Neumann János számára például,

amikor már nem tudott mit mondani, megkérte Fekete Mihály egyetemi tanárt, hogy tanítsa őt. Wignert pedig meghívta a lakására, ahol „ritka érdekességű” könyveket adott át olvasásra, és egy következő alkalommal megbeszélték a könyvek tartalmát.

A 2011. év díjazott kémiatanárai

Dr. Pfeiffer Ádám az érdi gimnázium biológia-kémia tagozatának alapítója, Pest megyei szakfelügyelő, szaktanácsadó, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnáziumában vezetőtanár, munkaközösség-vezető, majd az intézmény igazgatója. Több tanítványa ért el jó helyezéseket az Irinyi János Országos Kémiaversenyen és a kémia OKTV-n. Az egyetemi kollégákkal közösen végzett szakmódszertani kutatásaiból sokat publikált, majd doktorált is. Tanszékfejlesztésért „TANÉRT 1.”-díjat kapott. Tankönyveket írt, az ELTE tanári államvizsga bizottságnak jelenleg is külső tagja. Gyerekközpontú és közösségetremtő tanárszemélyiség.



Dr. Bohdaneczky Lászlóné egyetemi tanulmányainak befejezése után a debreceni Fazekas Mihály Gimnáziumban kezdte el tanári pályafutását, kémia-fizika szakos tanárként. Jelenleg a Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziumában vezető kémiatanár. Tanári ösztöndíjként a Debreceni Egyetemen és az MTA Atommag Kutató Intézetében végzett kutatómunkát, eredményeiből több publikáció született, majd „summa cum laude” minősítéssel doktori fokozatot szerzett. Középiskolás diákokat vont be a környezetvédelemmel kapcsolatos kutatásaiba, kutatómunkákkal pályázó diákok mentora, számos növendéke ért el nagyon jó eredményeket különböző versenyeken. Saját maga is több verseny szervezésében vesz részt. Sok szakmódszertani cikk szerzője, szaknácádó és vezetőtanár. Továbbképzések, tanfolyamok vezetője, a Magyar Génius programban tehetséggondozó segédanyag készítője.



A Magyar Kémia Oktatásáért-díj 2011

Budapest, 2011. október 11. – Tizenharmadik alkalommal adták át a „Magyar Kémia Oktatásáért-díjat” annak a négy kémiatanárnak, akik kiemelkedő szakmai munkásságukkal hozzájárultak a jövő nemzedékének felkarolásához, az utánpótlás neveléséhez.

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásáért kuratóriuma évek óta jutalmazza azokat az általános és középiskolai tanárokat, akik odaadó munkájukkal segítik a magas szintű szakképzést, felkarolják és tudásukkal támogatják a tehetséges diákokat. Az ünnepélyes ceremóniára idén is a Magyar Tudományos Akadémián került sor, ahol a rangos elismerés mellett 250 ezer forintos díjat vehettek át a kitüntetett kémiatanárok.

A 2011. évi díjazottak:

Horváth Lucia

Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, Sopron

Dancsó Éva

Eötvös József Gimnázium, Budapest

Varga Gábor

Zrínyi Miklós és Bolyai János Általános Iskola, Nagykanizsa

Drozdík Attila

Pannonhalmi Bencés Gimnázium

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásáért alapítvány 1999-ben a Richter Gedeon gyógyszerceggel kezdeményezésével jött létre azzal a szándékkal, hogy a vezető hazai gyógyszergyártó vállalat a magyarországi ké-

miaoktatásban és az azzal kapcsolatos ismeret-terjesztésben közvetlenül vállalhasson támogató szerepet. Az alapítvány feladatai közé tartozik többek között a kémia oktatásában kiemelkedő eredményeket elérő tanárok elismerése és díjazása. Az alapítvány „A Magyar Kémia Oktatásáért-díjjal” közép- és általános iskolai kémiatanárok kiemelkedő munkáját jutalmazza. Az alapítvány céljainak megvalósítása érdekében három tagból álló kuratórium működik. A kuratórium a díjazottak kiválasztásához szükséges adatokat pályázati formában szerzi be.

A Richter Gedeon Nyrt. társadalmi felelősségvállalása jegyében kötelességének érzi, hogy lehetőségeihez mérten támogassa a közösségi célokat: tevékenységéhez kapcsolódóan az oktatást és az egészségügyet támogatja.

A hazai gyógyszergyártó stratégiájában meghatározó a kutatás-fejlesztési tevékenység, amelyhez elengedhetetlen a jövő szakembereinek képzése, az utánpótlás-nevelés támogatása. A Társaság pályázatokon és alapítványokon keresztül évente több millió forinttal segíti a fiatal vegyészmérnökök és gyógyszerészhallgatók továbbképzését, valamint az oktatásban kimagasló szerepet betöltő tanárokat. A vegyész szakemberek képzésének támogatása mellett jelen van a műszaki, az orvosi, valamint a közgazdaságtudományi egyetemek támogatói között is.

Az elmúlt években a Richter jó vállalati polgárként tevékenykedett, amelyet több díjjal is elismertek: 2001-ben a Figyelő Felelősségstudat Díjával társadalmi felelősségvállalásáért, 2004-ben Mecénás Oklevéllel a rendszerváltás óta folytatott oktatási tevékenységért, 2000-ben és 2005-ben Kármán Tódor-díjjal a magyarországi oktatás, képzés, felnőttoktatás, tudományos kutatás érdekében végzett kiemelkedő tevékenységért, valamint 2009-ben a Braun & Partners Good CSR programjában „A felelősségvállalás irányításának legjobbja”-díjat nyerte el.

A díjazottak szakmai életrajza

Horváth Lucia

Horváth Lucia kémia-fizika szakos tanári oklevelét a József Attila Tudományegyetemen

szerezte 1973-ban. Négy évig általános iskolában tanított, 1980-tól a soproni Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium tanára, 1990 és 2009 között a természettudományi munkaközösség vezetője, megyei kémia szaknácádó volt.

1984-től kezdve nagyszámú tanulót készített fel eredményesen kémiaversenyekre: az *Irinyi János Országos Középfiskolai Kémiaversenyen* 22 diákja lett megyei első helyezett, akik közül hárman lettek első az országos fordulón, és még hatan végeztek a 2–5. helyek egyikén. Két tanítványa az *Országos Középfiskolai Tanulmányi Versenyen* is dicséret oklevelet kapott. A *Kémia élőben, tárgyban, minden pillanatban* elnevezésű csapatversenyen diákjai szereztek meg az országos 1. és 3. helyet, az iskola pedig megkapta a „Legeredményesebben versenyztető iskola” címet. Versenyeredményei miatt 2008-ban meghívták tanítványaival Oláh György Nobel-díjas tudóssal való személyes találkozásra is.

Kiemelkedő versenyeredményeit nem tekintve Horváth Lucia tanárnő legnagyobb szakmai sikerének azt tekinti, hogy tanulóit fontosnak tartják a természettudományos műveltség megszerzését. Ennek bizonyítéka, hogy a kétszintű érettségi vizsgák bevezetését követően, vagyis amióta nincs kötelezően kijelölt ötödik vizsgatárgy, tanítványainak 60–80%-a választható tárgynak a kémiát választja. Ez a szám megyei és országos mérce szerint is kiugróan magas, szakközépfiskolák között viszont egyedülálló. Eközben a tanítványai által elért vizsgaeredmények minősítései magasabbak az országos átlagnál.

Eredményességének okát módszereiben látja, melyek az iskolában folyó képzés hagyománytisztelő, következetes, természettudományos irányán alapulnak, s a reális követelményű, gyakorlatorientált tanítás megvalósítását biztosítják.

A tanárnőnek az oktatás és különösen a kémiaoktatás fejlesztése érdekében kifejtett egyéb munkái is igen sokrétűek, hiszen azok az érettségi elnöki teendők ellátásától és a tantárgyi programok kidolgozásától egészen a kémiaszertár és -szaktanterem fejlesztéséig és tankönyvlektorálásig terjednek.

Dancsó Éva

Dancsó Éva másfél évtizedes kitérő után találta meg igazi helyét az oktatás, nevelés, tehetséggondozás világában. 1980-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett vegyészmérnöki diplomát, és tíz évig kutatóként dolgozott. Közben 1988-ban a mérnök-közgazdász diplomát is megszerezte, és öt évig elemző közgazdász munkát végzett.

1995-től kezdett kémiát tanítani a Szent László Gimnáziumban, közben a Kossuth Lajos Tudományegyetemen 1997-ben kémia szakos tanári diplomát szerzett, 2002-ben pedig pedagógus szakvizsgát tett az ELTE-n. 2001-től tanít a budapesti Eötvös József Gimnáziumban, ahol 7–12. osztályig foglalkozik a tanulókkal. Másfél évtizedes tanári munkássága alatt hatására számos tanítványa választott olyan pályát, ahol szükséges a kémia alapos ismerete; többen lettek vegyészek, vegyészmérnökök, gyógyszerészek, orvosok, állatorvosok stb.

Alapos és sokoldalú tehetséggondozó munkája az Eötvös József Gimnáziumban fokozatosan hozta az egyre figyelemre méltóbb eredmé-

nyeket. Az *Irinyi-verseny* döntőjében elért 10. hely és a *nemzetközi olimpiák* ezüstérmek közt mindössze 10 év telt el. Diákjainak versenyeredményei azt mutatják, hogy a tanárnő imponálóan sok irányban fejleszti a tanulók képességeit és évről-évre több tanulóval sikerül megnyernie a kémiának. Az általános iskolások Hevesy-versenyének országos döntőjébe 7 tanítványa került be. 10 tanulója jutott be az *Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny* országos döntőjébe, amelyen heten az első tíz között – többször 1. és 2. helyen – végeztek. 11 diák került be az OKTV döntőjébe, közülük heten az első tíz között végeztek. Három diákja kapott különdíjat az *Országos Tudományos Diákköri Konferencián*. Iskolája két csapattal szerepelt a *Bugát Pál-verseny* döntőjében. Diákjai jó eredménnyel vesznek részt a Szegedi Tudományegyetem *Vegyésztorna* elnevezésű feladatmegoldó versenyében, rendszeresen tartanak előadást a diákvegyész napi rendezvényeken.

Mindezekből láthatjuk, hogy Dancsó Éva tanárnő, aki az eredmények mögött áll, rendkívül



*A Magyar Kémia Oktatásért-díj kitüntetettjei (balról jobbra):
Dancsó Éva, Drozdik Attila, Horváth Lucia, Varga Gábor*

jó felkészültségű, mind önmagával, mind tanítványaival szemben kiemelkedően igényes, következetes, példamutató tanáregyéniség.

Varga Gábor

Varga Gábor kémia iránti elkötelezettsége már az általános iskolában kialakult, ezért tanulmányait a Pécsi Vegyipari Technikumban, majd a vegyésztechnikai oklevél megszerzése után a Pécsi Tanárképző Főiskola matematika-kémia szakán folytatta, ahol 1978-ban kapta meg tanári diplomáját. Pedagógus pályáját egy kis falusi iskolában kezdte, 1982-től a nagykanizsai Bolyai János Általános Iskolában tanít matematikát és kémiát. Több mint 10 éven keresztül volt vezetője a Nagykanizsa és környéke kémia-tanári munkaközösségének.

Már tanári pályája kezdetétől fogva igyekszik felhívni tanítványai figyelmét a kémia szépségeire és külön is foglalkozik az érdeklődő, jó képességű tanulókkal. Diákjai kezdetben csak a megyei versenyeken értek el kimagasló eredményeket, 1995-óta viszont minden évben sikerül bekerülniük az országos döntőbe. Eddig huszonegy tanítványa harmincnolc alkalommal vett részt országos megmérettetéseken. A *Hevesy- és Curie-versenyeken* több alkalommal végeztek az első három hely egyikén. A szép versenyeredményeket elérő diákok kémia iránti elkötelezettsége nagyobb részt további tanulmányaik során is megmarad, közülük többen is vegyészek, orvosok, környezetvédők lesznek. A tanár úr egyik tanítványa, aki korábban a *Hevesy-versenyen* 1. helyezést ért el, több külföldi ösztöndíj elnyerése után jelenleg kutató vegyészként az USA-ban dolgozik.

2003 óta Varga tanár úr vezeti a *Curie kémia-verseny* nagykanizsai központját, és szervezi a területi versenyt. Tehetséggondozó munkájáért 1998-ban a Soros Alapítvány elismerésében részesült, 2008-ban a Magyar Természettudományi Társulat Hevesy György plakettjét, 2010-ben a Curie Alapítvány „Tehetséges Gyermekéért”-díját kapta meg.

Drozdík Attila

Drozdík Attila a Felvidéken, Párkányban született, alap- és középiskoláit is ott végezte. 1992-ben a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán szerzett kémia-fizika szakos tanári oklevelet.

1992-től a Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Kollégium tanára. A majd két évtized alatt kitartó, céltudatos tehetséggondozó munkája eredményeként az iskolája a középiskolai kémia-versenyek egyik komoly bázisa lett. Egyik tanítványa működése második évében bejutott az *Irinyi-verseny* országos döntőjébe, a következő tanévben pedig már a döntőben az 5. helyet szerezte meg. Hogy milyen széles versenyzői bázissal rendelkezik, mutatja, hogy eddig 95 diákja jutott be a megyei fordulóra, és közülük 41 vehetett részt az országos döntőn. Itt többen kiemelkedő eredményt értek el: az 1999/2000-es tanévben 2. helyezést, a 2000/2001-es tanévben 1. és 6. helyezést szereztek diákjai, a 2007/2008-as tanévben pedig egy tanítványa kiemelkedő teljesítményét oklevéllel jutalmazták.

Szinte törvényszerű, hogy az *Irinyi-verseny* eredményes szereplői az *Országos Tanulmányi Versenyen* folytatják a megmérettetést. Természetes tehát, hogy Drozdík Attila diákjai ezen a versenyen is kiemelkedően nagy létszámban vesznek részt, és szép eredményeket érnek el. 1995. és 2011. között 122 pannonthalmi diák jutott be az OKTV második, közülük 16 a harmadik fordulójába. A legjobb eredmények voltak: a 2000/2001-es tanévben a 6. helyezés, a 2003/2004-es tanévben az 1. és 3. helyezés.

A versenyekre való felkészüléshez az utóbbi években jó „edzést” jelent a Szegedi Tudományegyetem *Vegyészturna* nevű levelező feladatmegoldó versenyen való részvétel. Ezen a versenyen a 2001/2002-es tanévben 3., a 2003/2004-es tanévben pedig 5. helyezést értek el tanítványai.

Drozdík tanár úr oktató-nevelő, tehetséggondozó munkája tanítványai pályaválasztására is kihat, tanítványai közül sokan tanulnak tovább kémiai ismereteket is igénylő természettudományos szakokon.

Az Év Honlapja

A 2011. elején a Magyar Kémikusok Egyesülete és a BASF Hungária Kft. által indított chemgeneration.com weboldal célja, hogy közérthető formában, látványos megoldásokkal és interaktív tartalmakkal népszerűsítse a kémiát, legfőképpen a fiatalok körében. A weboldal fejezetei részletesen mutatják be a kémia történetét, főbb alkalmazási területeit, valamint azokat az ígéretes fejlesztéseket, amelyekkel már a közeljövőben találkozhatunk. A „Technológia mérföldkövei kémikus szemmel” című fejezetek forrásanyaga az Amerikai Egyesült Államokban, az Amerikai Kémiai Társaság (ACS) által, Pavláth Attila professzor elnöksége idején, 2002-ben létrehozott „Technological Milestones” című elektronikus tárlat és annak át-

dolgozott, képanyaggal kiegészített magyar változata, melyet Rideg Nóra kémiatanár-vegyész szakos hallgató és Németh Veronika egyetemi tanársegéd hozott létre 2007-ben.

Az internetes kémiai oktatóportál és tudásbázis több mint 40 ezer látogatást regisztrált a világ 126 országából. A hazánkából indult kezdeményezés 11 nyelven érhető el. A közép-európai régióban több, mint 40 partner: tudományos egyesületek és vállalatok együttműködésével jött létre. Magyarországon 2011-ben az „Év Honlapja”-díjat érdemelte ki az oktatás kategóriában.

„Az Év Honlapja” verseny a hazai online tér legrangosabb versenye, mely a Magyar Marketing Szövetség és az Internet Marketing Tagozat által tizedik alkalommal került megrendezésre.



Béldi-Betegh Aliz, a BASF Hungária Kft. PR menedzsere és Dr. Sarkadi Livia, a Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke „Az Év Honlapja”-díjjal