

Dr. Nemes Sándor

Környezetvédelemről és műanyag hulladékokról

Bevezető megjegyzések a környezetvédelem sajátosságairól

A környezetvédelem divatba jött. A felsőoktatási intézmények szinte mindegyikén van egy, vagy több tanszék, amelynek a nevébe bekerült a „környezettudományi”, a „környezetvédelmi”, vagy a „környezeti” jelző.

Kétségbevonhatatlan társadalmi szerepére utal, hogy több száz környezetvédelemmel kapcsolatos jogszabály tereli a jogalkotó által helyesnek vélt irányba a különböző érdekű egyéneket, a társadalom különböző csoportjait, az ipar, a mezőgazdaság, és a szolgáltatások szereplőit. (A környezetvédelem tanításában hasznos segédeszközök a jogszabályok, pl. a pontos fogalom meghatározások tárházai.)

Ezernél több civil szervezetnek van kötődése a környezetvédelemhez, és az aktívabbak hallatják is a hangjukat, képviselve az általuk helyesnek vélt álláspontot a környezetvédelemmel összefüggésben: pl., hogy „a környezetvédelmi ipari tevékenység ne csak biznisz, hanem környezetvédelem is legyen”. A civil szervezetek természetvédelmi és környezetvédelmi tudatformálási, tanácsadási célokra állami támogatást kapnak.

A környezetvédelemmel összefüggésben, több mint kettőezer cégnél, több mint húszezer embert foglalkoztatnak és a környezetvédelmi ipar megközelítőleg 200 milliárd Ft értékű terméket, és szolgáltatást értékesít.

A környezetvédelem finanszírozási forrásai között – arányának fokozatos csökkenése ellenére – az államháztartási szektor a meghatározó. Az elkövetkező években az államháztartási szektor mellett a remények szerint növekszik a gazdálkodók és az Európai Unió támogatási alapjainak szerepvállalása.

A környezetvédelem területén gyakran feszülnek egymásnak anyagi (üzleti) érdekek. A környezetvédelmi szolgáltatásokból megélni akarók, a hulladékok keletkezéséből adódó költségeket; valamint a környezeti károkozás (környezetszennyezés) miatt kiszabott környezetvédelmi bírságot megfizetni nem akarók anyagi (üzleti) érdekei

ütköznek. A környezetvédelem területe korrupcióval fertőzött, és ezen a területen élénk lobbitevékenység folyik. (A lobbisták olyan emberek, akiket azért fizetnek, hogy a megbízó érdekeinek megfelelően befolyásolják a jogalkotást és a közvéleményt.)

Környezetvédelem

A környezetvédelem „*olyan tevékenységek és intézkedések összessége, amelyeknek célja a környezet veszélyeztetésének, károsításának, szennyezésének megelőzése, a kialakult károk mérséklése vagy megszüntetése, a károsító tevékenységet megelőző állapot helyreállítása*”.¹

Európa világgazdasági helyzete abban a gazdasági versenyben, amely Észak-Amerika, Európa és Ázsia között folyik, egészében, és a vegyipar, a műanyagipar vonatkozásában is veszélyben van.² Az okok jelentős része kívül esik a címben jelölt téma keretein: Európában a kereslet lassú növekedése, a magas termelési költségek miatt alacsony a nyereségesség; magasak a logisztikai költségek, túlszabályozott a gazdasági klíma. *Európában a környezetvédelmet egyesek példaszerűnek, míg a gazdaság szereplői bürokratikusán túlszabályozottnak, az európai versenyképességet rontó tényezőnek tekintik.* Ha az Európai Unió tovább folytatja a környezetvédelmi szabályok szigorítását, kiterjesztését, ez az európai termelőket versenyhátrányba taszítja. Ha Európa egyedül megy ezen az úton, még több nehézsége lesz világgazdasági pozíciójának megőrzésében. Európa számára általában és a vegyipar vonatkozásában, nemcsak a fenntartható fejlődés és a fenn nem tartható fejlődés lehetőségei állnak nyitva, hanem a lemaradás és a visszafejlődés lehetőségei is. A termelőkapacitások Ázsiába helyezése nyomán, a vegyipar szerepvesztése miatt munkahelyek szűnnek meg, és kevesebb vegyész mérnökre, vegyészre lesz szükség.

Hulladékok, hulladékgazdálkodás, hulladékkezelés

Hulladék bármely tárgy vagy anyag, „*amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik, vagy megválni köteles*”.³

A „*hulladékgazdálkodás: a hulladékkal összefüggő tevékenységek rendszere, beleértve a hulladék keletkezésének megelőzését,*

mennyiségének és veszélyességének csökkentését, kezelését, ezek tervezését és ellenőrzését, a kezelő berendezések és létesítmények üzemeltetését, bezárását, utógondozását, a működés felhagyását követő vizsgálatokat, valamint az ezekhez kapcsolódó szaktanácsadást és oktatást”.³

A „hulladékkezelés: a hulladék veszélyeztető hatásainak csökkentésére, a környezetszennyezés megelőzésére és kizárására, a termelésbe vagy a fogyasztásba történő visszavezetésére irányuló tevékenység, valamint a kezelést megvalósító eljárás alkalmazása, beleértve a kezelőlétesítmények utógondozását is.” „Hulladékkezelési tevékenységnek minősül a hulladék gyűjtése, begyűjtése, szállítása, előkezelése, tárolása, hasznosítása, ártalmatlanítása.”³

A hulladéktermelés velejárója a civilizált életnek. Milyen mennyiségű hulladék keletkezésével jár ez együtt? Ha mindennemű, az emberi tevékenységek során keletkező hulladékot számításba vesszünk, akkor Európában 3,8 – 5,2 tonna/fő/év szilárd hulladék keletkezik. Az emberek mindennapi életével összefüggő, úgynevezett szilárd települési hulladék mennyisége: 0,34 – 0,50 tonna/fő/év.^{4,6}

Az összes hulladék a fejlett iparú és mezőgazdaságú országokban a következő forrásokból származik:

- mező- és erdőgazdaság, halászat: 34 – 38 %,
- bányászat, energiatermelés: 22 – 24 %,
- építés és bontás: 17 – 20 %,
- ipari termelés, elosztás, szállítás: 14 – 15 %,
- szilárd települési hulladék: 9 – 11 %,
- autószerelés, -bontás: 0,5 – 0,6 %, és
- elektromos és elektronikai hulladékok: 0,2 – 0,3 %.

(A minősített veszélyes hulladékok nagy része a termelési hulladékban van; a szilárd települési hulladékban csak kb. 1 %-a.)

A hulladékkezelés pénzbe kerül. Kérdés, hogy hulladékok kezelésének költségeit ki fizesse. A lakosságra való terhelés a nem különösebben magas életszínvonalú országokban nem népszerű és szociálisan elfogadhatatlan. A hulladékká vált termékek gyártóira, felhasználóira terhelt költségek pedig a cégek jövedelmét, profitját csökkentik. Európában, az országok többségében a költségek megoszlanak az ipar, a mezőgazdaság, a kereskedelem, a szolgáltatások és a lakosság között!

A hulladéktermelés csökkentésére ajánlott alapelvek a következők: a) a hulladékképződés lehetőség szerinti megelőzése (pl.: újrahasználat), b) a keletkező hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentése, c) a keletkező hulladék minél nagyobb arányú, elsősorban anyagában történő hasznosítása (újrafeldolgozás), d) másodsorban energetikai hasznosítása (égetés), végül, e) a nem hasznosuló hulladék környezetszennyezést kizáró ártalmatlanítása (lerakás).

Egy másik nem mellékes kérdés: az ajánlott hulladékkezelési módok közül melyik az olcsóbb, melyik mennyibe kerül. A költségek olyan mértékben változnak országról országra, hogy a kérdés ilyen módon nem válaszolható meg. A hulladékok kezelésére bevezetett rendszerek költsége országról országra változik és a működési köreik is különbözőek. A meglévő gyakorlat alapján azonban annyi megállapítható, hogy azokban az országokban, ahol a természeti és társadalmi adottságaiktól is kényszerítve, vagy, mert a hulladéklerakók számára nincs hely, vagy, mert a termőterületeiket becsesebb célra akarják használni, olyan viszonyokat hoztak létre, amely viszonyok között a lerakás már nem a legolcsóbb megoldás. Ezek az országok hulladékaik nagy részét elégetik. Azokban az országokban, ahol a hulladéklerakók számára van hely, illetve ahol a hulladéklerakók számára a földfoglalást nem drágították meg, és a hulladéklerakást nem sújtják adóval, ott a lerakás a legolcsóbb megoldás, és az is a legelterjedtebb megoldás. A szelektív gyűjtéssel, vagy válogatással párosuló anyagában történő hasznosítás költségeesebb az előbbieknél. *Általában is igaz, hogy minél több gyűjtési és/vagy válogatási, tisztítási lépést tartalmaz egy hasznosítási mód, annál drágább.*

Magyarországon egy 25-30 évig használható regionális hulladéklerakó létesítése (300 ezer lakos számára) jelenlegi áron 7-9 milliárd Ft-ba kerül. Egy szintén 25-30 éves működési idejű, 100 ezer tonna/év kapacitású, energiahasznosítással működő hulladék-égetőmű 15-20 milliárd Ft-ba kerülne. A nagy, 400 ezer tonna/év kapacitású bekerülési költsége 45-55 milliárd Ft.

Nem szabad elfeledkezni arról, hogy a hulladékkezelés az úgynevezett környezetvédelmi szolgáltatások üzletágának a része. A lakosság hulladékának (a települési szilárd hulladéknak, és a szennyvíznek) a kezelése jó üzlet! Ahol a lakosság megélhetési gondjai miatt nem fizetőképes, oda a hulladékkezelés iparágának globális piaci

szereplői nem is mennek! Általában a szolgáltatók és a szolgáltatásokat igénybevevők üzleti alku keretében egyeznek meg az árról. Ha az egyik fél, ebben az esetben a lakosság (illetve az ő képviselőitükre hivatott szerv), rossz alkut köt, akkor annak az az eredménye, hogy drágán kapja a szolgáltatást, és olyan megoldásokat is megfizettetnek vele, amire nincs is szüksége.

Műanyag hulladékok, kezelésük és hasznosításuk

A műanyag hulladékok egy kisebb része a hosszú ideig használt műanyagból gyártott tárgyak kidobásakor keletkezik, a nagyobb része a rövid használati idejű csomagolóanyagokból származik.

Milyen mennyiségű hulladék, műanyag hulladék keletkezik? Egy ilyen adat azért fontos, mert a média, a környezetvédő civil szervezetek és a környezetvédelemmel foglalkozó politikusok gyakran összefüggéseiből kiragadott adatokkal befolyásolják a lakosságot. Pedig az, hogy mi, mennyi, és hogy a sok, vagy kevés, mihez képest sok, vagy kevés, csak számadatok ismeretében mondható meg. Pontos adatok a hulladékok mennyiségére vonatkozóan nehézségekkel szerezhetők. A meglévő adatok pedig ellentmondásosak. A különböző információforrásokból származó adatok eltérései nehezen megmagyarázhatók és nehezen összehasonlíthatók. Az adatok hiányának, illetve ellentmondásosságának oka egyrészt az, hogy a hulladékstatisztikák készítésének még nincs nagy múltja. Azonban van másik ok is; az Európai Unióban a tagországok nehezen teljesíthető kötelezettségeket vállaltak a hulladékok mennyiségének csökkentésére, illetve a hulladékok adott arányának adott módon történő hasznosítására. A tagországok jelentős része, ha nem kötelező, nem szolgáltat adatokat; ha vannak is adatok, nem hozzák nyilvánosságra. Az adatok ellentmondásossága ellenére azonban a kérdés mégiscsak megválaszolható: *a keletkező hulladék összes mennyiségéhez mérten a műanyag hulladékok mennyisége csekély.*

2001-ben, az EU-15 tagállamaiban, Norvégiában és Svájcban 2650 millió tonna összes hulladékban 23 millió tonna műanyag hulladék volt. Ugyanott 2002-ben, 2720 millió tonna összes hulladékban 24 millió tonna műanyag hulladék.^{7,8} *Ha tehát mindennemű, az emberi tevékenységek során keletkező hulladékot számításba vesszünk, akkor az összes hulladéknak csak kb. 1 tömeg %-át teszik ki a műanyag hulladékok.*

Ugyanez a helyzet Magyarországon is. Gyakori, hogy a közvélekedésben csak a szilárd települési hulladékot tekintik hulladéknak, amely azonban még mindig csak kis része az összes hulladéknak (9-11 %-a).

Az összes műanyag hulladék 15-20 %-a úgynevezett *elsődleges műanyag hulladék*, amely a műanyaggyártóknál és -feldolgozóknál keletkezik. A műanyag hulladékoknak ez a kategóriája tulajdonképpen soha nem jelentett gondot, mert kellően tiszta, homogén és ugyanakkor anyagfajtként is egységes. Jórészt teljesen újrafeldolgozható maradékok ezek.

A *másodlagos műanyag hulladékok* a következő hulladékáramokból származnak. A szilárd települési hulladékból származik 66-68 %-a; az ipari és kereskedelmi hulladékból 20-21 %-a; az autószerelés és -bontás hulladékából 4-5 %-a; az elektromos és elektronikai berendezésekből származó hulladékból 3-4 %-a; az építési, szerelési és bontási hulladékból 2-3 %-a; és a mezőgazdasági hulladékból 1-2 %-a.

Általában, az éves műanyag-felhasználás 35-40 %-a csomagolási célzatú (egyéves szolgálati idejű), azonban a régen a piacon és használatban levő műanyag eszközök hulladékká válása miatt az éves műanyag-felhasználás 45-50 %-ának megfelelő mennyiség jelenik meg hulladékként. A magyarországi műanyag hulladékok mennyiségének becsült értéke az éves felhasználási adatok alapján: 350-450 ezer tonna.

A települési szilárd hulladék az a hulladékáram, amely a műanyag hulladékok legnagyobb hányadát tartalmazza és a műanyag hulladékok hasznosításának szempontjából a legproblémásabb hulladéktípus. *A szilárd települési hulladékban általában 7-13 tömeg % műanyag hulladék van.* A műanyag hulladékok hasznosítása szempontjából a szilárd települési hulladék nemcsak a legproblémásabb hulladéktípus, hanem a hasznosítás megoldása a legreménytelenebb is. Anyagában, méretében többféle és legtöbbször szennyezett. Jelenleg csak a szelektíven gyűjtött PET hasznosítása jelent kivételt, amelyről a csomagolási műanyag hulladékoknál ejtünk szót. *A települési szilárd hulladékban elsősorban azok a műanyagok vannak, amelyekből a rövid szolgálati idejű termékeket készítik: PE, PP, PET, PS.*

A műanyag hulladékok kezelésének valóságos helyzete és a hulladéktermelés csökkentésére ajánlott alapelvek között ellentét feszül: *azok a hulladékkezelési módok a legelterjedtebbek, amelyek a legkevésbé ajánlatosak.* Európa csekély haladást ért el a műanyag hulladékok keletkezésének a megakadályozásában, a mennyiségi és minőségi

szempontokat egyaránt figyelembe vevő megelőzésben és az újrahasználatban. A műanyag hulladékok nagyobb része lerakásra kerül. A hasznosítási módok közül az energetikai hasznosítás (égetés) vezet és csak azt követi az újrafeldolgozás.

A szilárd települési hulladékban levő műanyag hulladékok lerakókban történő halmozódását már az 1990-es években több ország (Belgium, Hollandia, Svédország, Dánia, Svájc és Európán kívül Japán) a szilárd települési hulladékok jelentős mennyiségének az elégetésével csökkentette. A világon működő hulladékégetők kétharmada Japánban működik. A nyolcvanas években, több éven át, több mint 1900 égetőmű működött. 2002-ben 1490-re csökkent a számuk, a szigorodó környezetvédelmi előírások miatt. A melegvizet és/vagy gőzt szolgáltató égetőmű működtetéséhez százezres lakosságú város hulladéka szükséges. Az elektromos áramot adó égetőmű milliós lakosságú város hulladékát fogyaszthatja el. A füstgáztisztítók alkalmazásával a hulladékégetők káros anyagkibocsátásának ellenőrzésére kipróbált módszerek vannak, csak meg kell adni az árát. A korszerű füstgáztisztítók a nagyobb égetőművekre 5-7 milliárd Ft-ba kerülnek. A hulladékégetők megengedett káros anyagkibocsátásának határértékei jogszabályban rögzítettek.⁹

Az Európai Unióban 50 millió tonna/év szilárd települési hulladék elégetésére van kapacitás. Ennek a kapacitásnak 96 %-a energiahasznosításra alkalmas. Ennek az energiának 70 %-át hőszolgáltatásra, 30 %-át elektromos áram termelésére használják.

Az **1. táblázat** a nagyobb hulladékégetők számát adja meg néhány európai országban, az USA-ban és Japánban. A hulladékégetők száma az utóbbi tíz évben jelentősen ingadozott, annak nyomán, hogy a szigorított káros anyagkibocsátási értékek bevezetésével többet bezártak, illetve az új feltételeknek való megfelelés miatti rekonstrukciók alatt többet nem működtettek. A hulladékégetők kapacitásának sokfélesége az oka annak, hogy jóllehet Európában a hulladékégetők számában az első három Franciaország, Németország és Olaszország, az elégetett hulladék mennyiségét tekintve Németország van az élen, mögötte Franciaország és Hollandia.^{10,11}

A **2. táblázat** a szilárd települési hulladékok lerakással történő ártalmatlanításának és elégetésének részarányát adja meg néhány európai országban, az USA-ban, Kanadában és Japánban. Az ugyanazon évre vonatkozó adatok összege nem szükségszerűen ad 100 %-ot; a hiányzó részt más hasznosítási módok teszik ki: pl.: komposztálás, anyagában

történi hasznosítás. (Európán kívül Japán alkalmazza a szilárd települési hulladékok nagy mennyiségének, 75-78 %-ának, az elégetését; az USA és Kanada a nagyobb részét lerakással ártalmatlanítja.)

1. táblázat.

A 25 ezer t/év kapacitásúnál nagyobb hulladékégetők száma néhány országban, 2002-ben

Forrás: ^{10,11} *EPA – az USA Környezetvédelmi Hivatala, **Környezetvédelmi Minisztérium, Japán.

Ország	Hulladékégetők száma
Ausztria	4
Belgium	21
Csehország	3
Dánia	34
Egyesült Királyság	34
Finnország	3
Franciaország	210
Hollandia	11
Lengyelország	1
Magyarország	1
Németország	58
Norvégia	6
Olaszország	42
Portugália	3
Spanyolország	11
Svájc	28
Svédország	23
Szlovákia	2
USA*	97
Japán**	1490

A **2. táblázat** adatai azt mutatják, hogy az adott országban a hulladékkezelés választott módját alapvetően meghatározza a nemzeti hulladékgazdálkodási politika. Az Európai Unióban a hulladékgazdálkodási közösségi stratégia csak árnyalatnyit változtatott az arányokon. A hulladéklerakókban való lerakás még mindig a legelterjedtebb megoldás. Bár jelentősen csökkent a lerakott hulladékok

2. táblázat.

A szilárd települési hulladék lerakásának és égetésének részaránya néhány országban, a szilárd települési hulladék %-ában

Forrás: Eurostat – az Európai Közösség Statisztikai Hivatala,

*EPA, **Környezetvédelmi Minisztérium, Japán.

Ország	Lerakás (%)		Égetés (%)	
	1995	2003	1995	2003
EU-25	64	49	15	17
EU-15	61	45	17	19
Ausztria	47	30	12	11
Belgium	48	13	36	36
Csehország	100	72	0	14
Dánia	17	5	52	54
Egyesült Királyság	83	75	7	7
Észtország	99	66	0	0
Finnország	65	63	0	9
Franciaország	45	38	37	34
Görögország	100	92	0	0
Hollandia	29	3	25	33
Írország	77	69	0	0
Lengyelország	98	97	0	1
Lettország	94	68	0	3
Litvánia	100	100	0	0
Magyarország	75	84	7	5
Németország	46	20	18	23
Norvégia	72	18	14	17
Olaszország	93	62	5	9
Portugália	52	75	0	22
Spanyolország	66	59	5	7
Svájc	27	11	48	49
Svédország	36	14	39	45
Szlovákia	49	70	0	9
Szlovénia	77	76	0	1
USA*	57	55	17	14
Kanada*	82	78	9	n.a.
Japán**	10	5	75	78

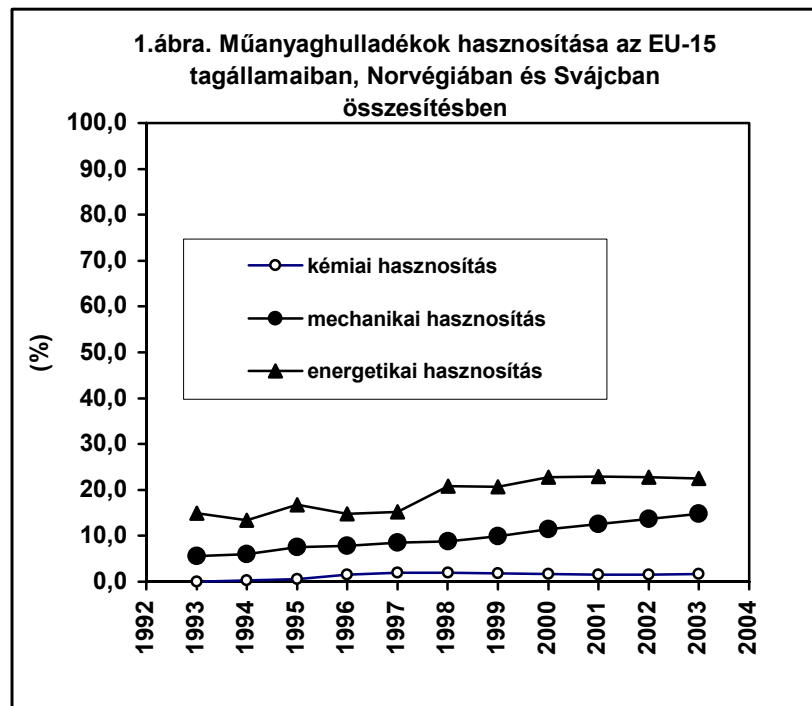
mennyisége az országok többségében, és néhány országban jelenleg már csak a hulladékok kis részét helyezik el lerakókban (Belgium, Dánia, Hollandia, Svédország, Norvégia, Svájc). Néhány országban nincs szilárd települési hulladék égetésére alkalmas égetőmű, így hulladékégetés sem folyik. Az elégetett szilárd települési hulladék mennyisége növekszik számos országban; így jelentősen csökken a hulladék tömege és az égetés energiahasznosítással párosítva elsődleges energiahordozókat helyettesít. Általános tapasztalatok szerint az égetés során a hulladék térfogatcsökkenése elérheti a 90 %-ot, tömegcsökkenése a 75 %-ot. Az égetés szilárd maradéka értelem szerűen lerakásra kerül.

Magyarország egyetlen szilárd települési hulladékot égető erőműve a Budapesti Szeméttégetőmű a nagyobb égetőművek közé tartozik a 420 ezer tonna/év kapacitásával. A budapesti hulladéknak most 60 %-át égeti el energiahasznosítással.

A 1. ábrán a műanyag hulladékok kémiai, energetikai és az anyagában történő hasznosításának arányát láthatjuk az EU-15 tagállamaira, Svájcra és Norvégiára vonatkozóan összesítésben.^{7,8}

A műanyag hulladékok energetikai hasznosításában azok az országok járnak az élen, amelyek a szilárd települési hulladékaik jelentős részét elégetik: Svájc, Dánia, Hollandia, Norvégia és Svédország. Az anyagában történő hasznosítás terén Németország, Ausztria és Norvégia vezet. Európából több mint 300 ezer tonna műanyag hulladékot exportálnak évente Ázsiába (Kínába, Indiába).

A már tankönyvekben is szereplő több hulladékkezelési eljárás elterjedési esélye nagyon csekély. A tankönyvekben szinte minden szerepel, ami ma már szakmailag és technikailag megvalósítható, – ha a költségeket figyelmen kívül hagyjuk. De a költségek és más megfontolások nem hagyhatók figyelmen kívül. A szénhidrogén-alapú műanyag hulladékok hidrogénezéssel összekapcsolt, vagy anélküli hőbontása ésszerűtlen, ha a keletkező sokkomponensű gáz- és folyadékelegyet végül energianyerésre használják. Erre a műanyag hulladék-égetés műszakilag kipróbált, környezetvédelmi szempontból elfogadható módszere közvetlenül alkalmas.



A szénhidrogén-alapú műanyag hulladékok CO/H₂-összetételű szintézisgázhoz vezető elgázosítása módszerének elterjedése nagyösszegű beruházásokat igényel; ilyen beruházásokat csak Németország valósított meg. Megkérdőjelezhető a kémiai lebontással: hidrolízissel, metanolízissel, glikolízissel történő kémiai hasznosítási eljárások elterjedése is, ugyanis a poli(etilén-tereftalát) kivételével a kémiai lebontásra alkalmas műanyagok esetében Magyarországnyi területről sem gyűjthető össze annyi fajtatiszta műanyag hulladék, amely elegendő lenne az optimális üzemméretű üzem működtetéséhez. Az újrahasznosító üzemek és hulladék keletkezési helyének növekvő távolságával növekvő szállítási költség felemésztheti az újrahasznosítás minden előnyét. A létesítendő hulladékkezelő üzem telephelyének kiválasztása esetén, a környéken lakókat nem könnyű meggyőzni még az ártalmatlan hulladékok égetésére szolgáló égetőmű befogadásáról sem. Miért lenne a számukra elfogadható az amúgy ártalmatlan műanyag hulladékok kezelésére egy

nagy vegyszerforgalmú hidrolízis-, metanolízis- vagy glikolízisüzem? Miért lenne elfogadható számukra egy polisztirolt, poli(metil-metakrilát)-ot, depolimerizáló üzem, amelynek terméke többek között stirol, metil-metakrilát; mindegyik anyagra legalább négy kockázatot és veszélyt jelző kifejezés vonatkozik a vegyszerkatalógusokban? Ezen üzemek befogadása ott ésszerű, ahol ezeket a monomereket egyébként is szintetizálják. A kémiai lebontások költségesebbek, mint az anyagában való újrafeldolgozások.

Csomagolási műanyag hulladékok, kezelésük és hasznosításuk

A csomagolás „csomagolóanyag, -eszköz, illetve olyan termék, amelyet termék, áru befogadása, megóvása, kezelése, szállítása, csoportosítása és kínálása érdekében felhasználnak”.¹²

„A csomagolás lehet a) fogyasztói (elsőleges) csomagolás, amely értékesítési egységet képez a végső felhasználó vagy a fogyasztó számára a vásárláskor, beleértve a gyorsétkeztetésnél alkalmazott egyszer használatos, eldobható edényeket és evőeszközöket is; b) gyűjtő- (másodlagos) csomagolás az, amely a vásárlás helyén meghatározott értékesítési egységet foglal össze, a végső felhasználó vagy fogyasztó részére történő értékesítéstől függetlenül, vagy a fogyasztói csomagolástól elkülöníthető anélkül, hogy annak tulajdonságait megváltoztatná; c) szállítási (harmadlagos) csomagolás: a fogyasztói vagy gyűjtőcsomagolás kezelését és szállítását, továbbá a fizikai kezelésnél és szállításnál történő károsodás elkerülését elősegítő csomagolás.”¹²

A „csomagolási hulladék: hulladéknak minősülő minden csomagolás”.¹²

A csomagolási hulladék a hulladékok legszembetűnőbb formája.

A csomagolóanyagok anyagtípus szerinti megoszlása országoként változó, a következő arányok tükrözik az európai helyzetet:

- papír és karton: 36-38 %,
- üveg: 24-27 %,
- fa és parafa: 11-13 %,
- műanyag: 11-17 %,
- fém: 7- 8 %, és
- kompozit anyagok: 1- 3 %.

Látható az adatokból, hogy a csomagolóanyagok között sem a műanyagok adják a legnagyobb hányadot.

A műanyag csomagolóanyagok anyagfajta szerinti megoszlása is országonként változó, a következő arányok jól jellemzik az európai helyzetet: a műanyag csomagolóanyagok 54-58 %-a PE; 18-20 %-a PP; 10-11 %-a PET; 8-10 %-a PS/EPS; 4-5 %-a PVC és 1-2 %-a egyéb. Tehát azzal, hogy a lakossággal szelektíven gyűjtetik a PET-palackokat, a csomagolási műanyag hulladékok problémája még reménytelenül nincs megoldva. Sőt; a PET szelektív gyűjtésével egyidőben kevés szó esik arról, hogy mi is történik az összegyűjtött anyaggal.

Több európai ország adatai alapján úgy becsülhetjük, hogy a csomagolási műanyag hulladékok az összes műanyag hulladék 40-60 %-át teszik ki. Ez alapján a magyarországi csomagolási műanyag hulladék mennyisége 250-300 ezer tonna között lehet.

A hulladékgazdálkodási európai unós közösségi stratégia prioritásainak sorában elől áll a hulladékképződés lehetőség szerinti megelőzése, pl.: újrahasználat. A műanyag csomagolóanyagok között a folyékony termékek csomagolására szolgáló PET palackok visszaváltással megoldott újrahasználata nem hozott jelentős sikert. Ennek oka az is, hogy a tucatnyi visszaváltást megért palackok már olyan karcosak, opálosak, mikro-repedezettséget mutatnak és egyes esetekben elszíneződtek, hogy nem töltik be szerepüket, mint csomagolóanyagok, amelyek az áru esztétikus kínálására is szolgálnak.

A környezetvédő civil szervezetek, az Európai Unió hulladékgazdálkodási közösségi stratégiája és az ebben érdekelt műanyag-feldolgozók a műanyag hulladékok újrafeldolgozását szorgalmazzák. Az újrafeldolgozásnak számos sikeres példája van.¹³ Az elhasználandó PET-palackokból nem élelmiszeripari felhasználású palackok, tálcák, szőnyeg, vatta készülhet. A hulladék gyűjtőcsomagolás szerepét betöltő PE-fóliákból és a hulladék mezőgazdasági PE-fóliákból szemeteszsákok, fóliák készülhetnek. Az elhasználandó rekeszekből, raklapokból, tartályokból, hordókból (PE, PP): rekeszek, raklapok, tartályok, hordók, csövek, profilok, építőelemek, kerti és kempingbútor, játszótéri eszközök, útjelző táblák, hangszigetelő falak készülhetnek.

A hulladékgazdálkodási közösségi stratégia prioritásainak sorában középen helyezkedik el az az ajánlás, amely szerint el kell érni a keletkező hulladék minél nagyobb arányú, elsősorban anyagában történő hasznosítását (újrafeldolgozását). A **3. táblázat** a csomagolási

műanyag hulladékok anyagában történő hasznosításának arányát mutatja be néhány európai országban^{7,8}

3. táblázat.

A csomagolási műanyag hulladékok anyagában történő hasznosításának aránya néhány európai országban^{7,8}

Anyagában történő hasznosítás (%)	Ország	
	2001	2002
>20%	Ausztria, Belgium, Németország, Hollandia	Ausztria, Belgium, Németország, Hollandia, Norvégia, Olaszország, Spanyolország
15-20%	Dánia, Egyesült Királyság, Olaszország, Spanyolország	Egyesült Királyság, Franciaország, Svájc
10-15%	Finnország, Franciaország, Írország, Svédország	Dánia, Finnország, Portugália, Svédország
5-10%	-	Írország
0-5%	Portugália, Görögország	Görögország

Az újrafeldolgozás nehézségeit jelentik, hogy az újrafeldolgozásra szánt műanyag hulladékok belső „versenytárs” anyagok a műanyaggyártók szemében. A műanyag hulladékok minőségben nem versenytársak az eredeti alapanyagokkal. A legjobb minőségű újrafeldolgozott műanyag sem egyenlő minőségben még a rossz minőségű eredeti alapanyaggal sem: főként a szennyeződések miatt.

A csomagolási műanyag hulladékok anyagában történő hasznosítására (újrafeldolgozására) elfogadható költséggel csak a fönnebb már említett gyűjtő- (másodlagos) csomagolás és a szállítási (harmadlagos) csomagolás esetén van esély, és sokkal kevésbé a fogyasztói csomagolás esetén. A háztartási csomagolóanyagok 2/3-a darabonként könnyebb, mint 10 gramm. Válogatásuk és tisztításuk költsége tetemes lenne. Az ilyen nehezen újrahasznosítható műanyag hulladékok mennyiségének csökkentésére a legalkalmasabb módszer az elégetés energiahasznosítással (melegvíz, gőz, elektromos áram előállításával). A szilárd települési hulladékáramból jelenleg csak a szelektíven gyűjtött PET hasznosítása alakul biztatóan.

A szelektív gyűjtés után maradó hulladékok mennyiségének csökkentésére a legalkalmasabb módszer az elégetés. Amikor egy környezetvédő azt mondja szemrehányóan, hogy a hulladékégetők létesítését „a változások kedvezményezettjei támogatják: a csomagolóipar, az égetőműveket építő és üzemeltető cégek” – igazat mond. Azonban az is igaz lehet, hogy az igazi nagyberuházást jelentő hulladékégetők elvonják a forrásokat a másfajta hulladékkezelésben érdekelték, és esetleg a civil szervezetek támogatása elől is! Tehát az ellenzés oka lehet a támogatási források féltése is! Ugyanis ma még a környezetvédelem finanszírozási forrásai között az állami költségvetés a meghatározó. Ha döntés születik újabb égetőművek létesítéséről, a feltételezett aggodalom indokolt lehet. Úgy tűnik, hogy egyes civil szervezetek azért kardoskodnak a hulladékgazdálkodás nem reális, a megvalósulást illetően esélytelen megoldásai mellett, mert így évtizedekig folytathatják a tanácsadási és tudatformálási tevékenységüket állami támogatásért cserébe.

A hulladékok begyűjtése és újrahasznosítása jelenleg ráfizetéses tevékenység Magyarországon (is). A hulladékokból keletkező másodlagos nyersanyag, illetve energia ára nem fedezi a gyűjtési és újrahasznosítási költségeket. Az állami- és az európai uniós támogatások lehetetlenné teszik a különböző hulladékkezelési módok üzleti életképességének a megítélését. A támogatási rendszer versenytorzító; piacképtelen megoldások továbbélését szolgálja, pénzpazarlás. A támogatást igénybevevők a (vállalati) marketing minden eszközét bevetik, hogy a közvéleményt üzleti érdekeiknek megfelelően manipulálják: annak a megoldásnak a kizárólagosságát hirdetik, amellyel ők foglalkoznak.

Európa csekély haladást ért el a műanyag hulladékok és a csomagolási műanyag hulladékok keletkezésének a megelőzésében. A csomagolási műanyag hulladékok újrafeldolgozási arányának növelése a vártnál lassabban halad. Lehetséges, hogy a várakozások nem reálisak és nem elérhetők. Nincs olyan nyomasztó környezetvédelmi érv, amely miatt a csomagolási műanyag hulladékok újrafeldolgozását erőltetni kellene. A csomagolási műanyag hulladékok újrafeldolgozásának erőltetése a hulladékkezelések költségeinek folyamatos emelkedéséhez vezet Európában, amellyel szemben nem áll környezetvédelmi előny! A nehézségek okai technikaiak, gazdaságiak és piaciak. A visszagyűjthető anyagok közül (papír, fémek, üveg, műanyag, fa) a műanyagok jelentik a legváltozatosabb anyagcsoportot. Anyagukban, méretükben, szennyezettségükben is sokfélék. A műanyagok újrafeldolgozásának

nehézsége az is, hogy az új műanyag is olcsó, vagyis a műanyag hulladékok ára nem versenyképes. Továbbá, a kis mennyiségben visszagyűjthető műanyag hulladékból nincs elegendő egy optimális üzemméretű újrafeldolgozó üzem működtetéséhez. Az újrafeldolgozó üzemek és hulladékok keletkezési helyének növekvő távolságával növekvő szállítási költségek felemészthetik az újrahasznosítás minden előnyét. A hulladékból készített termékek nem esztétikusak, áruk ugyanakkor alig kevesebb a friss anyagból készítetténel.

Összefoglaló megjegyzések

Az összes hulladék, a szilárd települési hulladék, a csomagolási hulladék és a műanyag hulladék mennyisége tovább növekszik Európában. Továbbra is a lerakás (mint kezelési, ártalmatlanítási mód) maradt a legelterjedtebb megoldás. Az összes hasznosított műanyag hulladék aránya az összes műanyag hulladék növekvő mennyiségéhez mérten csak lassan növekszik. A műanyag hulladéokra vonatkozóan a hasznosítási módok között európai átlagban az energetikai hasznosítás vezet, majd az újrafeldolgozás következik. A kémiai hasznosítás aránya nagyon alacsony szinten stagnál.

Figyelembe véve a környezet állapotának javítása terén lévő egyéb teendőket is, a lerakáson kívül, a műanyag hulladékok kezelésének reális módszerei azok a módszerek lehetnek Magyarországon is, amelyek máshol jelentősen hozzájárulnak a hulladékok mennyiségének csökkentéséhez. Ha a műanyag hulladék a szilárd települési hulladékkal van együtt; vagy ha a hulladék vegyes műanyag hulladék, és papírral és más éghetővel van együtt; vagy ha a hulladék vegyes műanyag hulladék, akkor a reális módszer szintén az égetés energiahasznosítással. Ha a hulladék homogén, válogatott műanyag hulladék, akkor az ajánlott módszer az újrafeldolgozás.

A biológiailag lebomló műanyagoknak nincs hozzájárulása a csomagolási műanyag hulladékok mennyiségének csökkentéséhez. Az európai országok túlnyomó többségének – a biológiailag lebomló műanyagok alkalmazása nélkül is – nehézségei vannak annak az előírásnak a teljesítésével is, hogy a biológiai úton lebomló hulladékok (feldolgozóipari, konyhai és kerti hulladékok) mennyiségét csökkentse a lerakókon a megadott mértékben, a megadott határidőig.

Irodalomjegyzék

- ¹ 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól.
- ² Horizon 2015: Perspectives for the European Chemical Industry, Executive Summary of „Chemical Industry 2015: Roads to the Future” – a Study by the European Chemical Industry Council, March 2004.
- ³ 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról.
- ⁴ Waste Management Policies in Central and Eastern European Countries: Current Policies and Trends, Final Report, DHV CR Ltd., Prague, Czech Republic, July 2001.
- ⁵ Waste Generated and Treated in Europe, Data 1990-2001., Eurostat, European Communities, Luxembourg, 2003.
- ⁶ Európa környezete: harmadik értékelés, Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2003. (<http://www.eea.eu.int>)
- ⁷ An Analysis of Plastics Consumption and Recovery in Europe 2002 & 2003., Association of Plastics Manufacturers – PlasticsEurope 2004.
- ⁸ An Analysis of Plastics Consumption and Recovery in Europe 2001 & 2002., Association of Plastics Manufacturers – PlasticsEurope 2003.
- ⁹ 3/2002. (II. 22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről, működési feltételeiről és a hulladékégetés technológiai kibocsátási határértékeiről.
- ¹⁰ Ares, Elena and Bolton, Paul: Waste Incineration, Research paper 02/34, House of Commons Library, London, May 2002.
- ¹¹ Waste Incineration – Draft Background Document, DFIU/IFARE, Karlsruhe, 2002.
- ¹² 94/2002. (V. 5.) kormányrendelet a csomagolásról és a csomagolási hulladék kezelésének részletes szabályairól.
- ¹³ Recycled Plastic Products Directory. (<http://sourcebook.plasticsresource.com>)

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. január 5-ig postára adva:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

Budapest Pf. 32.

1518

1. Egy könnyű lapra rögzített égő gyertyát lefedünk egy jól záró, de a hőt és a fényt átengedő üveggömbbel, ami oxigénnel enyhén dúsított levegőt tartalmaz. Az így összeállított eszközt ráhelyezzük egy érzékeny mérlegre. Az idő múlásával hogyan változik a rendszer tömege? Miért?

2. Mengyelejev a periódusos rendszer megalkotásakor tulajdonságaik alapján rendszerezte az akkor ismert elemeket. A halogének és az alkálifémek annyira hasonló tulajdonságúak, hogy magától értetődően kínálták fel az összetartozást. Ugyanakkor felmerül a kérdés, hogy az elektronszerkezet ismerete nélkül, az annyira eltérő tulajdonságú elemek, mint pl. a szén és az ólom, vagy a nitrogén és a bizmut, hogyan kerültek egy oszlopba?

3. A Bohr-féle atommodell többek között abban különbözik Rutherford modelljétől, hogy a héjakon egyszerre több elektron kering.

Mi alapján javasolta Bohr, hogy a K, L, M... héjakon 2, 8, 18 elektron helyezkedjen el?

4. A szén-dioxid molekulája apoláris, a szén-dioxid (gáz) mégis oldódik a vízben. Ugyanakkor a szén és az oxigén elektronegativitáskülönbsége ellenére a szén-monoxid nem vízzoldékony. Miért?

5. Az anyagok színe a fényvel történő kölcsönhatás következménye. A látható fény részleges vagy teljes elnyelése általában elektrongerjesztéshez vezet. A jód vagy a bróm molekulái gerjeszthetők-e könnyebben, ha a brómgőz színét narancssárgának, a jódgőzét lilának vesszük?

6. Ha a fehér PVC-port óvatosan melengetjük (a hőmérsékletet nagyon lassan növeljük), sárgulni kezd, majd pirosan és vörösbarnán át fokozatosan megfeketedik. Mit bizonyít a tapasztalat? Milyen reakció játszódhatott le közben?

7. Mi a hasonlóság, és mi a különbség a secco (al secco) és a freskó (al fresco) között?

8. Melyik esetben szabadul fel több hő 1-1 mólnyi anyagmennyiség esetén:

- a/. a rombos vagy a monoklin kén égetése során,
- b/. a metán vagy a metanol égetése során,
- c/. a n-oktán vagy a 2.2.4-trimetil-pentán égése során? Miért?

9. Mi történik, ha a tejszínnel töltött habszifonba dinitrogén-oxid helyett szén-dioxid patront csavarunk be? Miért?

10. A habszifonból éppúgy a töltőgáz préseli ki a folyadékot, mint a szódásszifonból. A habszifonból mégis (tejszín-) hab távozik, míg a szódavíz sohasem habos. Miért?

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Megoldások

K51. (Mayer Csilla megoldása)

a) A százalékos gyakoriság megegyezik a mólszázalékos összetétellel, ezért 81,2 n/n% a 11-es tömegszám izotópot és 18,8 n/n% 10-es tömegszámú izotópot tartalmaz a természetes bór.

b) A tömeg%-os összetétel:

$$m/m\% = 10 \cdot 18,8 \cdot 100 / (10 \cdot 18,8 + 11 \cdot 81,2) = 17,39\%$$

Tehát a természetes bór 17,39%-ban tartalmaz 10-es tömegszámú izotópot.

c)

$$(10 \cdot 18,8 + 11 \cdot 81,2) / 11 \cdot 81,2 = y / 1000$$

$$y = 1210,5$$

Tehát 1210,5 gramm természetes bór tartalmaz 1,00 kg 11-es tömegszámú izotópot.

K52. (Körmöczy László megoldása)

Nuklid	Előfordulás	Protonok száma	Neutronok száma
^{35}Cl	75,5%	17	18
^{37}Cl	24,5%	17	20

a) Vizsgáljuk a protonok és neutronok számát 1000 db klóratombban.

755 db ^{35}Cl -ban 755 · 17 db proton és 755 · 18 db neutron van.

245 db ^{37}Cl -ban 245 · 17 db proton és 245 · 20 db neutron van.

Összesen 17000 db proton és 18490 db neutron

Az arányuk:

$$N_{\text{neutron}} / N_{\text{proton}} = 1 / 1,0876$$

b) A klórgáz tömege kiszámítható az előbb kapott arány pár segítségével:

$$m_{\text{Cl}} = m_{\text{proton}} + m_{\text{neutron}} = 1 + 1,0876 = 2,0876 \text{ kg}$$

Tehát: 2,09 kg klórgáz tartalmaz 1,00 kilogramm protont.

K53. (Sebő Anna megoldása)

Az arany (79/197)100 = 40,10 tömeg% protont tartalmaz.

100 mól ezüst 51,9 mól ^{107}Ag -t tartalmaz, amely 5553,3 gramm és 48,1 mól ^{109}Ag -t tartalmaz, amely 5242,9 gramm.

1 mól ezüst tömege: (5553,3 + 5242,9)/100 = 107,96 gramm

Az ezüst (47/ 107,96)100 = 43,53 tömeg%-ban tartalmaz protont.

Vegyünk 100 gramm ötvözetet, s ez x gramm ezüstöt valamint 100-x gramm aranyat tartalmaz.

$$0,4353 \cdot x + 0,4010 \cdot (100 - x) = 42$$

$$x = 55,39$$

Tehát az ötvözet összetétele: 55,39 tömeg% ezüst és 44,61% arany.

K54. (Nagy Ádám megoldása)

a) A gázoknál a térfogatarány megegyezik a mólaránnyal.

$$100 / 0,07 = x / 1$$

$$x = 1428,57$$

Tehát 1429 cm³ argon gázban van 1 cm³ 38-as tömegszámú argon.

b)

$$Ar_{\text{Ar}} = (40 \cdot 99,63 + 36 \cdot 0,3 + 38 \cdot 0,07) / 100 = 39,9866$$

$$0,07 / 1 = 3998,66 / y$$

$$y = 57123,7$$

Tehát 57123,7 gramm argongáz tartalmaz 1 mól 38-as tömegszámú izotópot.

K55. (Csiszár Orsolya megoldása)

Nuklid	Előfordulás	Protonok száma	Neutronok száma
^{20}Ne	90%	10	10
^{21}Ne	0,27%	10	11
^{22}Ne	9,73%	10	12
^1H	99,98%	1	0
^2H	0,02%	1	1

Vegyünk 100 mól gázelegyet, s ebben x mól hidrogén (H_2) és 100-x mól neon van.

$$N_{\text{proton}} = N_{\text{neutron}}$$

$$x + (100 - x)10 = x \cdot 0,02 \cdot 2 + (100 - x)(90 \cdot 10 + 0,27 \cdot 11 + 9,73 \cdot 12)$$

$$x = 8,98$$

Tehát a gázelegyen 8,98 H_2 /91,02 Ne az arány.

A pontverseny állása

Név, osztály	Iskola	Kémiatanár	Feladatok pontszáma					Σ
			51	52	53	54	55	
Antics Éva, 9.b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László	10	8	2	10	10	40
Bali Krisztina 9.a	Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest.	Elekne Becc Beatrix	10	10	0	10	4	34
Bálint Sára 9. a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókay Szilveszter	2	10	9	10	0	31
Benda Zsuzsanna 9. a	Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekne Becc Beatrix	10	8	9	9	10	46
Berta Máté 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest.	Dancsó Éva	9	10		8	10	37
Borza Ágnes, 8.a	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10	10	10	10	50
Csiszár Orsolya 9. h	Földes Ferenc Gimn., Miskolc,	Medve Judit	10	8	10	9	10	47
Dénes László 8.	Eötvös József Gimn.1053 Budapest	Dancsó Éva	8	10	1	8		27
Düh Adrienn, 9.b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László	10	10			10	30
Heiner Vivien 9. b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László	10	9	10	8	4	41
Hursán Dorottya, 9.	SZTE Ságvári Endre Gyak.Gimn.,Szeged	Blázsikné Karácsony Lenke	8	10	10	10	8	46
Kisvári Béla 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10		10	10	40
Körmöczy László 9.	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	10	9	10	10	49
Libertinyi Nikoletta 9.	Szinyei Merse Pál Gimnázium,	?	10	9	9	2	8	38

	Budapest							
Lóvei Péter 9	Árpád Gimnázium, Budapest	Tóth Judit	8	4	2	10	2	26
Mayer Csilla, 9.	Kempelen Farkas Gimn., Budapest	Sebő Péter	10	10	10	10	8	48
Molnár Géza 9. a	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	9	10	6	45
Nagy Ádám 10. d	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	10	10	8	48
Petri László, 9.a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter		10	9	10	8	37
Sebő Anna 8. e	Csokonai Vitéz Mihály Ált. Isk., Bicske.	Bagdi Ágnes	10	10	10	10	10	50
Tóth Anikó, 10 d.	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde, Fehérné Kis Gabriella	10	10	10	9	8	47
Vitay Dóra ?	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	10	9	10	7	46
Vörös Tamás, 10.	Apáczai Csere János Gyak Gimn., Budapest	Villányi Attila	10	10	10	10	10	50

Gratulálunk a sok szép feladatmegoldáshoz! Mindenkinnek további jó versenyzést kívánunk:

Igaz Sarolta és Tóth Judit

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. január 5-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Commitment Pedagógiai Szakmai Szolgáltató Kht.

Budapest

Pozsonyi út. 50.

1133

K56. Egy ismeretlen fém bromidja 20,0 tömeg százalék fémet tartalmaz. Számítással határozza meg a fém bromid képletét!

(Tóth Judit)

K57. Egy fém szabályos foszfátja 20,0 tömeg százalék foszfort tartalmaz. Számítással határozza meg a vegyület képletét!

(Tóth Judit)

K58. Egy ismeretlen vegyületről amely csak oxigént, nitrogént és hidrogént tartalmaz a következőt tudjuk: hétszer akkora tömegben tartalmaz nitrogént és tizenkétszer akkora tömegben oxigént mint hidrogént.

Határozza meg a vegyület összegképletét és adja meg nevét!

(Tóth Judit)

K59. Egy aminosavról a következőt tudjuk:

- ugyanakkora tömegben tartalmaz ként és oxigént,
- kétszer akkora tömegben tartalmaz nitrogént, mint hidrogént,

- hétszer annyi hidrogén atom építi fel, mint kén atom,
- 11,57 tömeg százalék nitrogén tartalmaz.

Határozza meg az aminosav képletét!

(Dr. Igaz Sarolta)

K60. Egy kristályvíztartalmú higany sóról a következőt tudjuk:

Atom	Higany	Oxigén	Hidrogén
tömeg százalék	71,49	22,81	0,713
mol százalék	12,50	50,00	25,00

Adja meg a vegyület képletét!

(Dr. Igaz Sarolta)

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Feladatok

A dolgozatokat az alábbi címen várjuk 2007. január 5-ig. Kérjük a formai követelmények (négyrét hajtás, felirat) figyelembe vételét! Aki, nem küldött, még pótolhatja a nevezési lapot.

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H56. A egy egyszerű szervetlen vegyület, mely a szintelen Bunsen-lángot sárgára festi. A-t 100°C fölé hevítve B képződik, amely hidrogént már nem tartalmaz.

0,500 g B-t vízben feloldva, majd kevés brómos vizet hozzáadva azt tapasztaljuk, hogy az oldat a brómos vizet elszínteleníti. Ezután feleslegben adjuk hozzá a brómos vizet (az oldat sárga lesz), majd a bróm feleslegét kiforraljuk. A kapott oldatot 2 egyenlő részre osztjuk. Az első részlet kémhatását indikátorpapírral megvizsgálva azt tapasztaljuk, hogy az erősen savas. Ezután bárium-klorid-oldatot csepegtetünk az oldathoz. Ekkor C fehér csapadék leválását észleljük, mely 20%-os sósavban melegítve sem oldódik. Ezután az oldatot lehűtjük, a C csapadékot leszűrjük, mossuk, majd 130°C-on szárítószekrényben megszáritjuk. A második részletből 100,00 cm³ törzsoldatot készítünk, és ennek 10,00 cm³-es részleteit titráljuk metilvörös indikátor jelenlétében 0,1000 M-os, 0,987-es faktorú NaOH-oldattal.

Mi az A, B és C anyag képlete, ha

a) B tömege A tömegének 49,99 %-a, C csapadék tömege 0,4630 g, a fogyás a NaOH-oldatra 4,02 cm³.

b) B tömege A tömegének 63,71 %-a, C csapadék tömege 0,7382 g, a fogyás a NaOH-oldatra 16,02 cm³.

Kramarics Áron

H57. Egy különösen veszélyes és mérgező folyadék 0,852 grammját oxigénfeleslegben elégettük. A keletkező füstgázt először kénsavba vezetve, annak tömege 0,324 g-mal, majd NaOH-oldatba vezetve pedig 0,528 g-mal csökken. Harmadik égésterméként egy szilárd anyag keletkezik 0,859 g mennyiségben Ezt sósavban feloldjuk (gázfejlődést nem tapasztalunk), majd kén-hidrogénes vizet öntünk hozzá. A leváló világos színű csapadék tömege 0,864 g. A csapadékot levegőn huzamosabb ideig hevítve egy gáz keletkezik és egy szilárd anyag marad vissza. Ez utóbbi ugyanaz, mint amit a kiindulási folyadék elégetésekor kaptunk. A gázt hidrogén-peroxidos bárium-klorid oldatba vezetjük. Fehér csapadék válik le, melynek tömege 1,40 g.

Azonosítsa a kiindulási folyadékot és írja fel az összes lezajló reakció egyenletét!

Komáromy Dávid

H58. A pincében találtunk egy régi dobozt, amelyben volt még egy kis kalcium-karbid, amit az acetilén-lámpához használtak. A pincében elég nedves volt, és az erjedő must miatt időnként bőven volt szén-dioxid is a levegőben. Ezek a körülmények nem tettek jót a kalcium-karbidnak. Szerettük volna meghatározni, hogy mi lett a karbid összetétele. Azt tudtuk, hogy eredetileg is volt benne inert szennyezés.

Az összetétel megállapításához 0,3225 g mintából indultunk ki, amit $100,0 \text{ cm}^3$ $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ($f=0,985$) HCl-oldatban oldottunk, majd metilnarancs indikátor mellett a savfelesleget visszaitráltuk $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ($f=0,978$) NaOH-oldattal. A színátcsapásig $10,76 \text{ cm}^3$ mérőoldat fogyott, ekkor az oldatot kiforraltuk, majd lehűtöttük; ekkor még $0,45 \text{ cm}^3$ mérőoldat kellett a végpont eléréséhez.

Egy másik, $0,7252 \text{ g}$ -os részletet forró reagens kénsavban oldottunk. Ekkor a keletkező gáz térfogata $224,0 \text{ cm}^3$ (standard körülmények között). Ezt a gázelegyet levegőfeleslegben elégettük, majd az égéstermégeket tartalmazó gázelegyet tömény kénsavas és bárium-hidroxidos mosókon vezettük át. A mosórendszer tömege $0,8454 \text{ g}$ -mal növekedett.

- a) *Mi volt a talált karbid százalékos összetétele? Írd fel a lejátszódó folyamatok egyenleteit!*

Varga Szilárd

H59. *Mennyivel változott meg annak a Fe^{3+} illetve Fe^{2+} ionokat tartalmazó oldatba merülő platina elektródnak a potenciálja, ha az oldathoz annyi kálium-cianidot adtunk, hogy a fenti ionok gyakorlatilag kvantitatíven 6-os koordinációjú komplexeiké alakultak? A redox-elektrodok potenciáljának koncentráció-függését a Nernst-egyenlet írja le, mely 25°C -on az alábbi alakot ölti:*

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,059V}{z} \lg \frac{[\text{oxidált forma}]}{[\text{redukált forma}]},$$

ahol z az oxidált illetve redukált forma közötti elektronszám különbség.

A komplexek stabilitási állandói ($\text{Fe}^{n+} + 6 \text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{n-6}$)

folyamatra):

$$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}: 10^{24}$$

$$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}: 10^{31}$$

Benkő Zoltán

H60. A laborban 4 sav oldatát találtuk. A címkék megsérültek, így csak a nevek olvashatók: ecetsav, citromsav, oxálsav, sósav. Szerencsére az ecetsavnál még kibetűzhető volt, hogy az oldat koncentrációja $10 \text{ m/m}\%$. Az oldatok kémhatását vizsgálva megállapítottuk, hogy minden oldat pH-ja azonos.

- Mennyi az egyes savoldatok koncentrációja?*
- Mennyi citromsavat, kristályos oxálsavat, illetve 37%-os sósavoldatot mértünk be ezen oldatok készítéséhez? (Az oldatok térfogata 1 dm^3 .)*
- Az egyes oldatokban milyen specieszek és milyen koncentrációban találhatók?*

Adatok:

ecetsav: $K_s = 1,86 \cdot 10^{-5}$; 10%-os ecetsavoldat, $\rho = 1,0126 \text{ g/cm}^3$

citromsav: $K_{s1} = 8,70 \cdot 10^{-4}$; $K_{s2} = 1,80 \cdot 10^{-5}$; $K_{s3} = 4,00 \cdot 10^{-6}$;

oxálsav: $K_{s1} = 3,80 \cdot 10^{-2}$; $K_{s2} = 5,00 \cdot 10^{-3}$;

37%-os sósavoldat $\rho = 1,1837 \text{ g/cm}^3$

Varga Szilárd

HO-21. Egy ipari folyamat során 120 m^3 térfogatú, $101,5 \text{ kPa}$ nyomású, $40,0^\circ\text{C}$ hőmérsékletű etanollal telített levegő keletkezik. Állandó nyomás alkalmazása mellett az elegyet $0,0^\circ\text{C}$ -ra hűtjük az oldószergőz eltávolítása céljából.

a) *Mekkora tömegű etanolt tudunk kinyerni a gázelegyből? Hány százalékát tudjuk eltávolítani az etanolnak így?*

Az etanol telített gőznyomása (azaz az adott hőmérsékleten a folyadékkal egyensúlyban lévő gázelegyből az etanol parciális nyomása): 40°C -on 18040 Pa , 0°C -on 1950 Pa .

b) A telített gőznyomás hőmérsékletfüggése elég jól leírható a Clausius-Clapeyron egyenlet segítségével:

$$\ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \frac{\Delta H_{\text{pár}}^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

Itt $\Delta H_{\text{pár}}^\circ$ a moláris párolgáshő.

Becsülje meg a fenti adatok segítségével, hogy milyen hőmérsékletre kellene a gázelegyet hűteni az etanol 99%-ának eltávolításához!

Benkő Zoltán

HO-22. A híres kétréses kísérlettel először a fény, aztán az elemi részecskék hullámtermészetét mutatták meg. Egy m tömegű és v sebességű részecske λ hullámhossza a de Broglie összefüggés alapján (h a Planck-állandó):

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Ha egy λ hullámhosszú síkhullám két, egymástól d távolságban található résen halad át, akkor a

$$\sin \alpha_k = \frac{2k \lambda}{d}$$

Írányokban figyelhető meg maximális erősítés (k nemnegatív egész szám, az erősítés rendje).

A kísérletet elsőként O. Jönsson 1961-ben végezte el elektronokkal. Azóta nagyobb részecskék hullámtulajdonságát is sikerült ilyen módon kimutatni. Nemrégiben A. Zeilinger és munkatársai már a C_{60} , C_{70} , $\text{C}_{60}\text{F}_{48}$, vagy a tetrafenil-porfirin interferenciaképét is megfigyelte.

A C_{60} molekulákkal végzett kísérletben a rések távolsága 100 nm volt, a detektort pedig a résektől $1,25 \text{ m}$ távolságban helyezték el. Tekintsük úgy, hogy a molekulaforrásként szolgáló kemencét valamennyi molekula 220 m/s sebességgel hagyta el.

a) *Mekkora egy ilyen sebességű C_{60} molekula hullámhossza?*

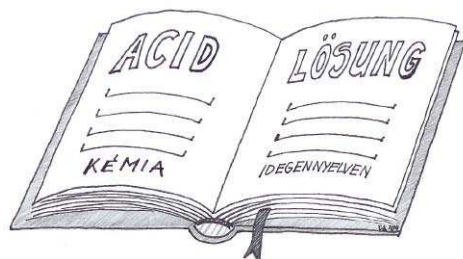
b) *Számítsd ki a detektoron észlelt intenzitásmaximumok távolságát!*

c) *Az észlelt interferenciaképen megfigyelhetők voltak kisebb intenzitású maximumok is, egymástól $27 \mu\text{m}$ távolságra. Honnan származhattak ezek a maximumok?*

(A kísérleti elrendezésből adódóan csak az első néhány intenzitásmaximum észlelhető.)

Mátyus Edit

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul
Szerkesztő: Sztáray Judit

Kedves Diákok!

Nagy örömmre szolgált, hogy az első fordulóban több mint 80-an küldték be a fordításotokat. Külön köszönöm mindenkinek, aki az interneten küldte be. Mivel idén a feladatmegoldási határidők és a következő szám lapzártája nagyon közel esik, ezért átváltunk egy „lassabb” ciklusra, tehát a mintafordítást, és az értékeléseket mindig két számmal később fogjátok megtalálni.

Rovatunknak internetes honlapja is van: <http://szj.web.elte.hu/kokel>. Mostantól segítségem is lesz a honlap frissítésében, tehát az eredményeket, a összes többi információval együtt, itt fogjátok a leghamarabb megtalálni.

Következzen tehát a második forduló angol szakszövegei. A téli szünetre való tekintettel most egy picit hosszabb szöveget választottam..

Beküldési határidő:

2007. január 5.

Minden egyes lap bal felső sarkában szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya. Törekedjétek az olvasható írásra, a nyomtatott formában beküldött dolgozatoknak külön örülök.

FONTOS: kérek szépen mindenkit, hogy amennyiben lehetősége van rá emailben jutassa el hozzám a megoldást, mivel ebben a tanévben külföldön tartózkodom.

A fordítást a következő címre küldjétek:

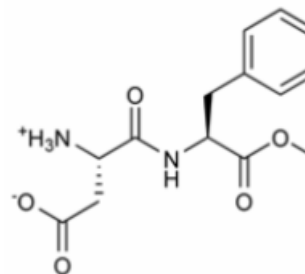
szj@elte.hu

vagy

KÖKÉL Kémia idegen nyelven
ELTE Kémiai Intézet
Sztáray Judit
1518 Budapest 112., Pf.: 32

Alapszintű fordítási szöveg:

Will aspartame make me go blind?



Your question really deals more with the potential effects of the methanol in aspartame than with aspartame itself. Aspartame is an artificial sweetener made up of two amino acids, phenylalanine and aspartic acid, and an alcohol, methanol.

Aspartame is used because it's about 200 times sweeter than table sugar. Since 1 gram of aspartame (with essentially no calories) can replace 2 teaspoons of sugar (at 16 calories per teaspoon), foods made with aspartame have many fewer calories than they would if sugar was used. Unlike other food substitutes such as the artificial fat olestra, aspartame is digested by your body.

The fact that aspartame is digested by your body is what makes it so controversial. After you eat or drink an aspartame-sweetened product, aspartame breaks down into its starting components: phenylalanine,

aspartame, and methanol. Methanol accounts for about 10 percent of this. Methanol itself is not harmful, but enzymes in your liver break it down into two very toxic compounds. The big debate is whether there is enough of these toxins produced from the methanol in aspartame to damage your body.

Does aspartame produce enough methanol to harm people?

The short answer is: there is a lot of controversy around this question. Most people regularly consume up to 10 mg of methanol per day as part of their normal diet. One 12-ounce can of aspartame-sweetened soda contains about 200 milligrams of aspartame. You'd add a tenth of this amount to your diet as methanol following digestion (20 mg).

What is methanol, and why is it even in a sweetener?

Methanol is one of a host of alcohols normally produced during the fermentation of carbon-based compounds. An alcohol is basically a water atom (H_2O) with one of the hydrogen atoms replaced by a chain of carbons and their attached hydrogen atoms. Methanol (CH_3OH) is the simplest alcohol with a chain consisting of a carbon atom with three hydrogen atoms attached. Ethanol (CH_3CH_2OH), the intoxicating ingredient in beer and other alcoholic beverages, has a chain that's twice as long. Methanol is found naturally in fruit juice and distilled spirits such as whiskey, wine, and beer. A typical glass of wine contains a small amount of methanol, from 0.0041 to 0.02 percent by volume. In comparison, the same glass will have about 10-15 percent ethanol. Methanol is much sweeter than ethanol, and even a small amount adds flavor to these beverages. This sweetness is what makes methanol attractive to use in an artificial sweetener.

Emeltszintű fordítási szöveg:

All alcohols are toxic to some degree, but the dark side of methanol lies in the metabolites produced during its breakdown in the body. The same set of enzymes digest both methanol and ethanol. This stepwise degradation eventually yields the final products of carbon dioxide and water. The

process prevents ethanol from building up to toxic levels in the body. But the small difference in the structures of the ethanol and methanol molecules means that the intermediate steps of the same process turn methanol into compounds that are far more dangerous than methanol itself!

In the first enzymatic reaction, methanol is broken down into formaldehyde. If you've ever dissected a frog in biology class, you may have witnessed one of the many uses of this chemical. Formaldehyde reacts with the amino acids in proteins. Proteins are chains of amino acids that fold to form very unique structures. The way these chains fold gives proteins the proper shape and the flexibility to interact with other molecules. Formaldehyde diffuses into tissues and cells where it forms crosslinks between different amino acids. The protein is stuck rigidly in whatever conformation it was in and is no longer able to carry out any reactions! This property makes formaldehyde useful for a number of chemical processes that fix things in a particular state. Some examples are: embalming, leather tanning, corrosion prevention, wood finishing.

Formaldehyde may also cause cancer in humans, but this requires long-term exposure. Formaldehyde doesn't stick around long in your body because it is so rapidly metabolized to formic acid by the second enzyme in this metabolic pathway. Formic acid is also extremely toxic to humans. It disrupts the function of a cell's mitochondria. Mitochondria normally serve as the "powerhouse of the cell" and disrupting their function is like abruptly shutting down a nuclear reactor. Not only do all the cellular processes stop for lack of energy, but the cells themselves are blown apart by a massive accumulation of different molecules involved in energy production. The cells that make up the optic nerve are exquisitely sensitive to formic acid, which is why blindness is so closely associated with methanol poisoning.

Source: <http://science.howstuffworks.com/question536.htm>

Sztáray Judit
szj@elte.hu

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásaikat közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékletként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4010 Debrecen, Pf. 66. E-mail: tothzoltandr@yahoo.com, Telefon: 06 30 313 9753.

Ludányi Lajos

Az atomfogalom tanításának lehetőségei és problémái. I. Elméleti alapok

Bevezetés

Fogalmaink olyan gondolati képzetek, amelyeket szavakkal fejezünk ki, és a világ dolgainak egy csoportjára hivatkoznak. A fogalomalkotás egyfajta kategorizálás. A folyamat során világunkat kategóriákra osztjuk; így például a kutya fogalma a *kutya* szavunkon keresztül jelenítődik meg, és a kutyák csoportját hivatott jelölni a világ dolgai közül. Ahhoz, hogy a körülöttünk lévő világ történéseit értelmezni tudjunk, szükséges, hogy létrehozzunk olyan fogalmakat is, amelyek feltételezett, láthatatlan egyedek tulajdonságainak segítségével adnak választ világunk működésére. A természettudomá-

nyos kutatások sarkalatos pontja éppen az ilyen nem érzékelhető objektumokra vonatkozó fogalmak kialakítása és fejlesztése.

Ezzel kapcsolatos a kémia taníthatóságának nehézsége is, mert fogalmai olyan nem látható objektumokra hivatkoznak, mint *atom*, *molekula* vagy *ion*. Az ilyen elméleti fogalmak nem jöhetnek létre köznapi tapasztalatainkra támaszkodó kategorizálással, hanem előtte fogalomépítést kell végezni, hogy az adott kategóriát, fogalmat megfelelő gondolati képzetekkel lássuk el, amelynek révén használhatóvá válik világunk bizonyos jelenségeinek magyarázatában. Ezt tették meg például az ókori görögök az atom fogalmának megszüvegezésével, amely azután átalakulásokon keresztül, a természettudományok legsikeresebb, és – például Richard Feynman [1] Nobel-díjas fizikus szerint – a legfontosabb fogalmának bizonyult: ”Ha egy világkatasztrófa következtében minden tudományos ismeretanyag megsemmisülne, és csak egyetlenegy mondat maradna örök-ségül a következő civilizációra, mi lenne az a mondat, amely a leg-tömörebb megfogalmazásban a legtöbb információt sűrítene magá-ban? Úgy vélem, ennek a mondatnak az atomok hipotézisét kellene tartalmaznia...”

A fogalomalkotásról

Egy fogalom definiálását többféle módon végezhetjük el. A klasszikus szemlélet értelmében a kategorizálás egy deduktív folyamat: megállapítjuk a szükséges és elegendő feltételeket az illető kategóriába való besoroláshoz. Egy fogalom definiálásához például megadjuk a tulajdonságoknak a szükséges és elégséges feltételeit. Például háromszög az a síkidom, amelynek éppen három oldala van. Az ilyen röviden megfogalmazható definíció a matematikán kívül igen ritka; gondban lennének, ha a szekrény fogalmát akarnánk ilyen frappánsan megadni, a szépség vagy igazság definíciójáról nem is beszélve. De az atom diákok számára értelmezhető definícióját ilyen módon megadni sem tartozik az egyszerű feladatok közé.

Sok pszichológus, filozófus és kognitív kutató a prototípus szemlélet híve. Ez egy induktív folyamat, amelynek lényege, hogy meg kell keresni azokat a tulajdonságokat, amelyek legnagyobb egyezést mutatják az objektum és a hozzá legközelebb eső prototípus között, és ha megtaláljuk a legjobb egyezést, akkor annak a prototípusnak megfelelő csoportba soroljuk. Kutyaról például akkor van szó, ha annak a valaminek a tipikus tulajdonságai megegyeznek a prototípus kutya tulajdonságaival, azaz például négy lába, farka van, stb.

Egy másik szemlélet szerint nem a fogalom alapvető jellemzői tárolódnak agyunkban, hanem példák az illető fogalomra. Azok az emberek, akik már találkoztak kutyákkal, megfigyelték azokat, ezeket a képeket rögzítik memóriájukban, és amikor kategorizálni kell az illető dolgot, akkor a hasonlítás alapját ezek a példák jelentik. Kognitív pszichológiai vizsgálatok bizonyítják, hogy a minták fontos szerepet töltenek be az agyi hálózatunk működésében. Ha kellően sok példa tárolódik elménkben az illető kategóriára, annál nagyobb a valószínűsége, hogy kiváltódik az azonosítás folyamata, amikor hasonló objektummal kerülünk kapcsolatba.

A fogalmakkal kapcsolatos elméletek legmagasabb szintjén a „fogalmi megközelítés” áll. E szerint a fogalom nem csak a példák összessége, vagy a tipikus megfigyelhető tulajdonságok halmaza, hanem van egy nagyon fontos magyarázó szerepe is. Például a kutya fogalom magában foglalja a kutyával kapcsolatos egyéb jellemzőket is. Például, hogy bizonyos esetekben miként viselkedik, milyen választ ad bizonyos hatásokra, mit eszik stb. Megállapítható, hogy az olyan fogalom esetén, mint az atom, a leginkább használható elméletet oktatásunk számára a fogalmi megközelítés jelenti [2].

Az atomfogalom kialakításának problémái

A fogalom kialakításához tehát nem elég diákunknak pusztán definiálni az atomot: „az atom a legkisebb oszthatatlan részecske”; vagy arra kondicionálni, hogy a gömbcsont modellkészletből önállóan a

sárga műanyag golyót válassza kénatomnak; a fogalom kialakításában szerepelnie kell annak, hogy bizonyos esetekben az atom biliárdgolyóként pattog, miközben vatta(?)-, köd(?)szerű elektronfelhője van. Amikor a $pV=nRT$ összefüggést használjuk, akkor éppen golyóként, míg a H_2 molekula létrejöttékor elmosódott körvonalúnak képzeljük.

Mivel az atomfogalom egy elméleti konstrukció, a hetedik évfolyam kezdetén a diákok agyában nincsenek (használható) minták az atomra, köznapi életük során nem kerülnek olyan helyzetbe, hogy ezek kialakuljanak. Atomot sem a görögök, sem mi nem figyelhettünk meg soha, (a pásztázó-elektronmikroszkópos kép is csak egy számítógépes manipuláció eredménye), a tulajdonságai elméleti feltételezésekkel jöttek létre. Magának az atomfogalomnak a bevezetése az ókorban egy fogalmi váltás volt, és mi ugyanezt a fogalmi váltást igyekszünk megvalósítani diákjainkban az oktatás folyamán. Hogy korai-e 13-14 éves korban egy ilyen absztrakt fogalom bevezetése, erről megoszlanak a vélemények.

Az atomfogalom megértésével kapcsolatos vizsgálatok

Piaget [3] az értelmi fejlődés szakaszairól szóló tanításban a 7-11 éves korra teszi a konkrét és 11-16 éves korra a formális műveletek szakaszát. Egy, a konkrét műveletek szakaszába tartozó diák számára nehéz megtanítani olyan fogalmakat, amelyek szemléletes-képi módon nem érzékeltethetők. A használt szavakat, fogalmakat számukra „kézzelfogható” tartalommal kell megtölteni. Az ebbe a szakaszba tartozó diák, ha feladatmegoldásra kerül a sor, előszeretettel használja a képletekbe történő behelyettesítést, nem szeret tört-számokkal dolgozni. Sikeresen birkózik meg olyan fogalmakkal, mint tömeg, hosszúság, idő, de az anyagmennyiség, a mól már elképzelhetetlen számára, és az olyan származtatott egységek is, mint a súly vagy sűrűség már nehézséget jelentenek.

A formális szakaszba tartozó diák számára a fogalmak már elvont fogalmakként használatosak. Kezelen tudja, hogy ugyanazon fogalmat alkotó egyedek esetleg egymásnak ellentmondó sajátos-

sággal rendelkezhetnek. Így például, nem azonosítja az atom fogalmát sem a műanyag gömbcsont, sem a „hagymahéj-szerű” Bohr-modellel, tudja, hogy azok egyféle megjelenítései csupán az atomnak. Tud váltani a megfelelő savbázis elméletek között, logikai következtetéseket tud levonni bizonyos törvények megismerése után, nem csupán képleteket keres a feladatmegoldása során.

A Piaget elmélete elleni támadások egyik iránya volt, hogy az általa megállapított korhatárok nem lehetnek általánosak. Young [4], egyesült-államokbeli vizsgálata szerint a természettudományos tanulmányokat folytató – de nem kémia szakos – egyetemisták fele, a kémia tudásterületét tekintve a formális szakaszhoz tartozónak tekinthető. Herron [5] már 1975-ben megfogalmazta, hogy a kémia egésze és az a fajta megközelítés, amit mi tanításunk során alkalmazunk, megköveteli, hogy a diák a formális szinten legyen, tudja alkalmazni a szint műveleteit, hogy felfoghassa azokat a fogalmakat, amelyeket elé tárunk.

A szemléletes-képi fogalom elvont-differenciált fogalommal alakulása nem pusztán a kortól függ, hanem az érési folyamatot befolyásolja a fogalom tudásterület specifikussága. Ha egy fogalom tapasztalatok hiányában, értelmezés nélkül rögzül, például a közlősúlykólo oktatás hatására, akkor az elvont fogalom ily módon üres marad, és a diák vagy egyáltalán nem tudja használni, vagy szemléletes-képi jelentést tulajdonít neki, vagy zavaros képi tartalmakkal tölti fel. Az elvont fogalmi gondolkodás elmaradása tehát nem pusztán a diák értelmi képességeivel kapcsolatos probléma, mivel az adott tudásterületen mutatózó konkrét-érzéki tapasztalatok hiánya áll a jelenség mögött.

Az atomfogalom egy meglehetősen sokat vizsgált területe a kémiának. Franciaországi vizsgálat [6] eredménye, hogy „az atom- és molekulafogalom absztraktságából adódóan nincs kapcsolat a mindennapi tapasztalatok és a fogalmak között. A fogalmak az absztrakció olyan szintjét követelik meg a tanulóktól, hogy úgy tűnik, erre az egyetemre kerülő diákok alig 50%-a képes csupán.” Sequeira és Leite [7] felmérése alapján például a nyolcadikosoknak

29%-a, a tizedikeseknek 10%-a egyáltalán nem tudott válaszolni arra a kérdésre, hogy mi az atom. Német középiskolás diákok 50%-a gömbként rajzolta az atomot, kvantummechanikai ismereteik ellenére is [8]. Ugyanerre az eredményre jutott Harrison és Treagust is [9], akik ausztráliai felmérése szerint a diákok 55%-a csupán gömbként értelmezi az atomot, 32%-uk pedig atommagot és körülötte keringő elektronokat rajzol. A középiskolai kémiaoktatás végeztével a francia diákok 41%-a gömbként, 48 %-a pedig a bohri értelemben képzelel el az atomot [6].

Több vizsgálat is foglalkozott az atommodellek kérdésével, hiszen egyidőben, egyszerre 6 atommodellt használunk magyarázatainkhoz [10]. Ezzel kapcsolatban Albanese és Vicentini [11] azt állapította meg, hogy „Az oktatás nem emeli ki az atom modell voltát, csak mint eszközt szerepelteti az anyag makroszkópikus tulajdonságainak leírására. A tanulóknak nem az a vélemény rögzül az atomról, hogy az egy modell, amellyel magyarázni kívánjuk, hogy az elemeknek miért jönnek létre olyan tulajdonságaik a csoportosulásuk következtében, amelyekkel különben nem rendelkeznének, hanem csak az, hogy ez a legkisebb rész, amelyre a mikroszkópikus anyag még bontható, és még megőrzi kémiai jellemzőit”. Más vizsgálatok [12] szerint a tanulók számára a párhuzamos modellek a modellezni kívánt dolog, különböző (szó szerinti) megjelenési formáit jelentik.

Az atommal kapcsolatos tévképzetek

Ha a tanár nem körültekintően használja fel a modellt a tanítása során, akkor például az atommodellek esetében a következő tévképzeteket detektálhatja diákjai részéről: az atomok növekedhetnek és szaporodhatnak; az elektrónhéj az atommagot védi; az elektrónfelhőben mozognak az elektrónok, de az valami másból van [9].

Magával atommal kapcsolatos tévképzetek irodalma is igen kiterjedt. Ami érdekes, hogy ezek a tévképzetek jórészt függetlenek a földrajzi fekvéstől, gyakorlatilag minden ország diákjai esetén meg-

találhatók. Néhány fontosabb tévképzet az egyik internetes gyűjteményből [13]:

- Az atomok mikroszkóp segítségével megfigyelhetők.
- A fémek atomjai kemények, de amikor megolvasztjuk azokat, meglágyulnak az atomok is.
- A molekulák közti teret levegő tölti ki.
- A rézatom ugyanolyan tulajdonságokkal rendelkezik, mint a fémes réz.
- Az atom az olyan, mint az építkezésnél a téglá.
- Az elektronok úgy keringenek a mag körül, mint a bolygók a Nap körül.
- Az atom mérete a protonszámtól függ.
- Az atomok sokszorozódhatnak, ha az atommagjuk szétválik, mint a sejteknél.
- Csak egy korrekt atommodell létezik.
- Az elektrónhéj az olyasmi, mint a tojásbély, vékony és kemény (szilárd).
- Az elektrónhéj (shell) szerepe, hogy megvédje az atommagot, ahogy pl. a tojásbély teszi.
- Az elektrónfelhő olyan, mint az esőfelhő, és az elektronok úgy vannak benne szétoszlalva, ahogy az esőcseppek a felhőben.
- Az elektrónfelhőben vannak az elektronok, de az elektrónfelhő valami másból van.

Az atomfogalom tanításának időzítése

Hogy mikor és milyen módon célszerű bevezetni az atom és a molekula fogalmát, ezzel kapcsolatban megoszlanak a vélemények.

Egyesek szerint [14] ezeket a fogalmakat el kellene tolni a középiskolás kor végéig. Ezt a véleményt erősítették meg akkoriban az 5-8. évfolyamos szakfelügyelők, akik szerint „...ezeken az évfolyamokon csak nagyon kevés olyan diák van, aki megérti az atom- és molekulafogalom lényegét.” Ausztrália néhány állama követte ezt az elképzelést, és a tanterveikben az atomfogalom bevezetését

kitölték a kötelező oktatás végéig. Ugyanakkor Lee [15] arra mutatott rá, hogy a minőségi oktatás és a tantervi fejlesztés segédanyagai kedvező befolyással vannak az oktatási folyamatra, és „...nyilvánvaló, hogy ezek az elméletek [atom, molekula] nem mutatnak túl egy hatodik évfolyamos diák értelmi szintjén...”.

Az *AAAS Project 2061*-ben [16] már az az ajánlás szerepel, hogy „az atom és molekulafogalom 6-8. évfolyamon kívánatos, de a szubatomi részekre később kell sort keríteni”.

Taber [17] szerint bár szükség van az atomfogalomra, de az olyannyira túlhangsúlyozott a kémia oktatásában, hogy az már nem segíti a tanulót. Világunk ugyanis nem atomokból épül fel elsősorban, hanem ionokból, molekulákból, és a „minden anyag atomokból épül fel” mantra félreviszi diákjainkat.

Laszlo és Hoffmann [18] a tudomány szemszögéből közelíti az atomi és szubatomi részek tanításának kérdését: „A kémiában széles körben elterjedt az a gyermeteg elképzelés, hogy ne lépünk túl a makroszintű jelenségeket leíró tulajdonságokon... A kémia atomi-szubatomi szintű tudománnyá vált. A magyarázatok rutinszerűen és paradigmátikusán a szubatomi szintből indulnak ki és haladnak a makroszkopikus tulajdonságok irányába; például amikor a delokalizálódott elektronok segítségével vezetjük le a festékek színét, vagy mikor a molekula alakjából és az adott pontjainak elektrosztatikus potenciáljával magyarázzuk az adott anyag gyógyhatását.”

Ez az irányzat figyelhető meg a magyar oktatásban is, hiszen a kerettanterv a 7-8. évfolyamon ajánlja bevezetni az atom és molekula fogalmát a „Célok és feladatok” részében a következő kitétellet: „Az általános iskolában óvatosan kell bánni az absztrakt fogalmak használatával. Az atomok és molekulák mikrovilágát úgy kell bevezetni a tanulóknak, hogy az a kémiai tulajdonságok és reakciók értelmezését látványosan könnyítse. A molekulamodellek, kristálymodellek használatával a szemmel láthatatlan részecskék világának térbeli viszonyait jelenítsék meg a gyerekek. A molekulamodellek legyenek az állandó tömegviszonyok megjelenítői is. Az atommagok

és az elektronok kölcsönhatása szolgáljon kémiai reakciók energetikájának értelmezésére. A periódusos rendszer alapja az atomok felépítése, de meg kell mutatni, hogy annak alapján könnyű a tájékozódás az egyszerűbb elemek tulajdonságai között.” Azaz legkésőbb nyolcadik évfolyamra el kell jutni a szubatomi szintre, és ez nyújt majd segítséget a kémiai folyamatok magyarázatához. Az általam megvizsgált ma és egykor használatos 17 kémia tankönyv mindegyike hetedik évfolyamon bevezeti az atom fogalmát.

Összefoglalás

„Az atom, molekula és ion fogalma a legalapvetőbb, és legfontosabb fogalmaink közé tartozik. E fogalmakon alapul kémiaoktatásunk sikeressége. Bármely ezzel kapcsolatos tanulói tévképzet, vagy alternatív elképzelés a kémia további taníthatóságát akadályozza.” szögezte le Griffiths és Preston [19] tanulmányában.

Az atom- és molekulafogalommal kapcsolatos nemzetközi irodalomban tárgyalt problémák nem voltak különösebb hatással kémiaoktatásunkra. Kémiantanárokkal történő beszélgetéseim során egybehangzó volt az a vélemény, hogy az atommal, felépülésével, az elektronkonfigurációval kapcsolatos részek a legjobban taníthatók, ezt élvezik legjobban a diákok, és kellően sikeresek is belőle a számonkéréskor. Úgyanakkor az atommal kapcsolatos tévképzetek csaknem valamennyi fajtáját megtaláltam a magyar tanulók esetén is, és országos méretű felmérés során hasonló eredményre jutottam, mint amelyekre a korábbi fejezetekben utaltam. Diákjaink az atom- és molekulafogalom megértésében mutatkozó sikeressége tisztavirág életű. Ez a fogalom absztrakt jellegéből, a tanulói gondolkodás konkrét szakaszában tartózkodók nagy számából, és a tanulók munkamemóriájának korlátozott méretéből adódik. Young [4] szerint további probléma, hogy a kémiantanók általában olyanokból kerülnek ki, akik maguk is korán váltak konkrétból formális szakaszba tartozóvá, és az egyetemi oktatás során sikeresen birkóztak meg az előadások óriási információmennyiségével is, ennél fogva nehezen

tudják elképzelni magukat a konkrét szinten lévő tanuló helyébe, ami rányomja bélyegét az oktatásukra is.

Irodalom

1. Richard Feynmann (1986): *Mai fizika* Műszaki Könyvkiadó Budapest
2. Thagard P. és Toombs E. (2005): *Atoms, Categorization and Conceptual Change* In: Cohen H. és Lefebvre C. (2005, szerk.): *Handbook of Categorization in Cognitive Science*. Elsevier Science B.V. 243-253.
3. Jean Piaget (1990): *Hat tanulmány* Primo Kiadó Budapest 48-50.
4. Young John C.(2003): *From Concrete to Formal* <http://ast.ednet.us.ca/journal/journal2003> 2006.október
5. Herron J. D. (1975): *Piaget for Chemists* Journal of Chemical Education. 52(3), 146
6. Aytakin Cokelez és Alain Dumont (2005): *Atom and molecule: upper secondary school French students' representations in long term memory* http://www.rsc.org/Education/CERP/issues/2005_3/P1_Dumont.asp
7. Sequeira M.és Leite L. (1990): *On relating macroscopic phenomena to microscopic particles at the junior high school level* In: Ridvan Unal és Dean Zollman *Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis* <http://perg/phys.ksu.edu/papers> 2006.október
8. Bethge T., Niedderer H. (1996): *Students' conceptions in quantum physics* In: Ridvan Unal és Dean Zollman *Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis* <http://perg/phys.ksu.edu/papers> 2006.október
9. Harrison A. G. és Treagust D. F. (1996): *Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry*. Science Education, 80(5), 509-534
10. Rosária Justi és John Gilbert (2000): *History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'* Int.J.Sci.Educ, vol.22. No.9. 993-1009
11. Albanese A., Vicentini M. (1995) *Why do believe that an atom is colourless? Reflections about teaching of the particle* In: Ridvan Unal és Dean Zollman *Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis* <http://perg/phys.ksu.edu/papers> 2006.október
12. Harrison A. G. és Treagust D. F. (2000): *Learning about Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry*. Science Education 84: 352-381.
13. www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf 2006.október
14. Wright T. (2005): *Images of Atoms* www.uq.edu.au/sched_science_lesson/TWImagesatoms.html 2006.október

15. Lee O., Eichinger D. C., Anderson C.W. Berkheimer G.D. Blakeslee T.D. (1993): *Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules* Journal of Research in Science Teaching vol. 30. No. 3. pp. 249-270
16. AAAS Project 2061 (2001) Science Literacy American Association for the Advancement of Science www.project2061.org 2006.október
17. Taber Keith S. (2001) *Building the Structural Concepts of Chemistry: Some Considerations from Educational Research* Chemistry Education: Research and Practice in Europe vol. 2 No. 2 pp.123-158.
18. Hoffmann R. és Laszlo R., (1991), *Representation in chemistry* In: Wu Hsin-Kai, Joseph S. Krajcik és Elliot Soloway (2000) Promoting Conceptual understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualisation Tool in the Classroom
http://hi-ce.org/papers/2001/promoting_understanding/Wu-NARST00.pdf
2006.október
19. Griffiths, A., és Preston, K. (1992) *Grade 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules*, Journal of Research in Science Teaching, **29**, 611-628.

A munkát az OTKA (T-049379) támogatja.

NAPRAKÉSZ



Poszter-kiállítás az Eötvös Gimnáziumban

A patinás Eötvös József Gimnáziumban lezajlott a Magyar Kémikusok Egyesülete 100 éves évfordulójának tiszteletére rendezett **Kémia élőben, tárgyban és minden pillanatban** című verseny poszter fordulója. A versenyre az egyenként háromfős csapatok 52 posztert készítettek.

A posztereken szereplő tudósok:

Bródy Imre

Buzágh Aladár (2)

Cornides István

Dr. Nikolics Károly

Görgey Artúr

Hevesy György (2)

Ilosvay Lajos (2)

Irinyi János (2)

Jedlik Ányos

Kabay János (2)

Kitaibel Pál (2)

Lengyel Béla

Millner Tivadar

Náray-Szabó István

Oláh György (6)

Pfeifer Ignác (2)

Polinszky Károly

Preisz Móric (2)

Proszk János (2)

Szent-Györgyi Albert (5)

zökefalvy-Nagy Zoltán

Tasnádi Schenek István

Than Károly

Wartha Vince (5)

Zechmeister László

Zemplén Géza (2)

Zsigmondy Richárd

(A tudós neve melletti szám azt jelöli, hogy hány posztert készítettek a diákok az adott tudós munkásságáról.)

A lelkiismeretes, az értékelésbe komoly munkát fektető zsűri tagjainak (Liptay György, Vámos Éva, Tóth Albertné, Kalydi György, Keresztes Jusztina) nagyon nehéz dolga volt, mert a csapatok színvonalas munkát végeztek. Rengeteg kreativitással, leleménnyel, jó esztétikai érzéssel készültek a munkák. Minden csoport dicséretet érdemel. Elismerés illeti a felkészítő tanárokat is. A diákokkal együtt sokat tettek a kémia népszerűsítéséért. Ezt az is bizonyítja, hogy több város jelentkezett, hogy a verseny anyagát kiállítaná. Minden résztvevő emléklapot kap. A Fővárosi Pedagógiai Napokon Budapesten a nagyközönségnek is bemutatjuk a kiállítást (várhatóan január végén). Az időpontokról információt helyezünk el a www.mke.org.hu és a www.fovpi.hu honlapokon.

A verseny II. fordulójába a legjobb 6 szakközépiskolás és a legjobb 10 gimnáziumi csapat jutott. (mindkét kategóriában 2-2 csapat tartalék.) A következő fordulóról a szervezés befejezése után levélben értesítjük a csapatokat. A versenyben maradt csapatoknak további sikeres versenyzést kívánunk. A versenyzést befejezőknek kívánjuk, hogy a továbbiakban is őrizzék meg a kémia szeretetét.

A versenyben továbbjutók

Szakközépiskolások:

A poszter sorszáma	Helyezés	A tudós neve	(jelige)	Iskola
38	I.	Kitaibel Pál	Ásványos	NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, Sopron
28	II.	Irinyi János	Gyújtófák	Vedres István Építőipari Szakközépiskola, Szeged
40	III.	Nikolics Károly	THANulók	NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, Sopron
25	IV.	Wartha Vince	Eozin girls	Modell Divatiskola Iparművészeti, Ruha- és Textilipari Szakközépiskola és Szakiskola, Budapest
16	V.	Görgey Artúr	Kókuszdió	Boronkay György Műszaki Középiskola, Gimnázium és Kollégium, Vác

41	VI.	Tasnádi Schenek István	Ige	NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, Sopron
24.	VII.	Kabay János	Hegyilakók	Mechatronikai Szakközépiskola és Gimnázium, Budapest
46.	VIII.	Wartha Vince	Hajnalpír	Irinyi János Környezetvédelmi és Vegyészeti Szakképző Iskola, Budapest

Gimnáziumi kategória:

A poszter sorszáma	Helyezés	A tudós neve	(jelige)	Iskola
45	I.	Hevesy György	Atomvirág	Eötvös József Gimnázium, Budapest
50.	II.	Wartha Vince	Büszkén, de C ₄ H ₁₀	Corvin Mátyás Gimnázium és Műszaki Szakközépiskola, Budapest
21.	III.	Bródy Imre	Körös	Nicolae Balcescu Román Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium, Gyula

2.	IV.	Szent-Györgyi Albert	Citrompótlók	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Vásárosnamény
37.	V.	Oláh György	Scherlock Holmes	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Vásárosnamény
15.	VI.	Cornides István	Cornides István	Komáromi Selye János Gimnázium, Szlovákia
35.	VII.	Náray-Szabó István	Üstökös	Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely
49	VIII.	Than Károly	Biológia	Budai II. Rákóczi Ferenc Gimnázium
33	IX.	Oláh György	Mágikus szavak	
8	X.	Kabay János	Mákgubó	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd
47	XI.	Irinyi János	Királyvíz	Bethlen Gábor Újreál Gimnázium, Budapest
10.	XII.	Wartha Vince	Kémikosok	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd

„A Magyar Kémia Oktatásért”-díj

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért 1999-ben a Richter Gedeon Rt. kezdeményezésével jött létre azzal a szándékkal, hogy a társaság a magyarországi kémiaoktatásban és az azzal kapcsolatos ismeretterjesztésben közvetlenül vállalhasson támogató szerepet. Az alapítvány „A Magyar Kémia Oktatásért” - díjjal évente közép- és általános iskolai kémiatanárok kiemelkedő munkáját jutalmazza.

Az idén öt kémia tanár vehette át kiemelkedő munkájáért „A Magyar Kémia Oktatásért”-díjat. A díj átadására az MTA Akadémiai Klubjának termében ünnepélyes keretek között immár hatodik alkalommal került sor. A rangos elismerést a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért 3 tagú kuratóriuma évente ítéli oda, olyan középiskolai és általános iskolai kémia tanároknak, pedagógusoknak, akik áldozatos munkájukkal járulnak hozzá a magasabb színvonalú képzéshez. Az alapítvány 2006. évi díjazottjai:

Albert Attila 1992-ben szerzett biológia-kémia szakos középiskolai tanári diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán. 1991 és 98. között a Városmajori gimnáziumban tanított, 1998. szeptembere óta a Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium tanára, illetve vezetőtanára.

A diploma megszerzése óta rendszeresen és igényesen tovább képezte magát, ennek eredményeként 2002-ben az ELTE-n pedagógus szakvizsgát tett, ill. mind kémiából, mind biológiából megszerezte a jogosítványt arra, hogy az emelt szintű érettségi vizsgán vizsgáltnök legyen.

Kémiából 2001-ben külső vezetőtanárnak kérték fel, a Fővárosi Pedagógiai Intézettől pedig szaktanácsadói megbízatást kapott 2005. szeptemberében.

Tehetséggondozó munkáját már a Városmajori Gimnáziumban megkezdte, ott is volt olyan tanítványa, aki bejutott az Országos Középiskolai tanulmányi verseny döntőjébe, de igazán kiemelkedő eredményeket 1998. óta érnek el tanítványai. Összefoglaló számeredmények: nyolc év alatt 13 diákja jutott a Hevesy György Általános Iskolai Kémiaverseny országos döntőjébe, 20 tanulója vett részt az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntőjén, 13 versenyzője

jutott be az OKTV országos döntőjébe. A mennyiségi mutatók mellett imponálóak az elért helyezések is: 2002-ben a Hevesy versenyen 1. helyezést, 2004-ben az Irinyi versenyen 1. és 3. helyezést, 2005-ben a Hevesy versenyen 2. helyezést, az OKTV -n 2. helyezést, a nemzetközi diákolimpián bronzérmét, 2006-ban az Irinyi versenyen 2. helyezést, az OKTV -n 2. helyezést ért el, a nemzetközi diákolimpián ezüstérmét szerzett tanítványa.

Rendkívül eredményesen dolgozik a kémia népszerűsítése és eredményes tanítása érdekében is. Tankönyvei, valamint 5000 kémiafeladata kémiából középiskolásoknak, felvételizőknek a Műszaki Könyvkiadónál, két kötetes munkatankönyve pedig a Comenius Kiadónál jelent meg.

Rendszeresen tart tanári továbbképző előadásokat, bemutató órákat, kísérleti- és tankönyv-bemutatókat. Az elmúlt tanévben az OKÉV megbízásából 90 db kémiai fejlesztő feladatot készített.

Maknics Gyula 1972-ben végzett a szegedi József Attila Tudományegyetem Természettudományi Karán, kémia-fizika szakon. Jelenleg is első munkahelyén, volt középiskolájában, a tatai Eötvös József gimnáziumban tanít. Több mint harmincéves tanári pályáján különösen a kémia tanításában elért eredményei szereztek neki ismertséget.

Tanítványai versenyeredményei alapján bevásztották az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny kémia versenybizottságába, feladatait az OKTV döntőjében felhasználták. Hosszú éveken át volt a megyei Pedagógiai Intézet kémia szaktanácsadója. Rendszeresen részt vesz az Irinyi János Országos Kémia Verseny szervezésében. Több alkalommal vállalt szerepet az egyetem felkérésére a felvételi vizsgákon, a budapesti orvostudományi egyetemen. Jelenleg az OKI fejlesztő feladatok kidolgozására irányuló programjában vesz részt, új típusú kémiai feladatok összeállítását és kipróbálását végzi nagy lelkesedéssel.

Nagy hatású pedagógus egyéniség, aki képes felkelteni az érdeklődést tantárgyai iránt. Számos osztályából sokan az ő hatására választották az orvosi, vegyész, gyógyszerész és más rokon hivatásokat. Tanítványai mindig eséllyel indultak a felvételi vizsgákon, tanulmányi versenyeken.

Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen hat alkalommal szerzett helyezést tanítványa az első tíz között kémiából.

Az Irinyi János Országos Kémia Versenyen és a VegyÉSZtorna országos feladatmegoldó versenyen is számos tanítványa ért el szép sikereket.

A Bugát Pál Országos Természetismereti Versenyen 1985 és 1996 között kilenc csapata került a legjobb tíz közé.

Maknics Gyula tanár úr sokat tesz a természettudományi tantárgyak oktatásának fejlesztése érdekében. Növendékei szeretik, tisztelik és személyén keresztül a tanított tantárgyak népszerűsége még a kémia vagy a fizika iránt nem különösen érdeklődő tanítványok között is jelentős.

Patek Enikő Erzsébet egyetemi tanulmányait a kolozsvári Babes - Bolyai Tudományegyetem kémia fakultásán végezte, 1979-ben kapott diplomát. Tanári pályafutását a maroshévi Kémia Szakiskolában kezdte, majd a marosvásárhelyi Elektromaros Líceumban illetve az Építészeti Líceumban folytatta. A rendszerváltás után 1990-ben letette a II. tanári fokozati vizsgát és ugyanabban az évben versenyvizsgán elnyerte a Bolyai Farkas Líceum kémia katedráját. Szakmai tevékenysége itt teljesedett ki.

1992-ben két hónapos posztgraduális továbbképzésen vett részt a szegedi Tudományegyetem Kémia - Szak módszertan tanszékén. 1996-ban „A Maros folyó szennyeződésének vizsgálata” című szakdolgozatával megszerezte az I-es tanári fokozatot

A Bolyai napok keretében minden évben megszervezi a kémia ki mit tud versenyt, a IX-X osztályos tanulók részvételével. 2004-ben az Irinyi János kémia verseny erdélyi döntőjén tanulója második helyet ért el, és tovább jutott a Szegeden megrendezett magyarországi döntőre. A felkészítésért az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) vezetőségétől elismerő diplomát kapott.

Tanulói a megyei tantárgyversenyen minden évben részt vesznek. A 2004 áprilisban megtartott Curie környezetvédelmi Országos versenyre két csapata jutott el, a poszter szekción III. helyet, illetve dicséretet, valamint a legjobb erdélyi csapat díját szereztek meg.

Diákjai több alkalommal is részt vettek a pécsi Tudományos Diákkonferencián.

A Víz világnapja alkalmából évente különböző rendezvényeket szervez. 2004-ben megtartott versenyen győztes csapata a kisadorjáni Környezetvédelmi tanulmányházban egy pár napos tevékenység-sorozaton vett részt. Környezetvédelmi tevékenységeik jutalmaként 2004 júniusában 14 tanulóval részt vehettek egy egy hetes hortobágyi

terepgyakorlaton testvériskolájuk, a dunaharaszti Baktay Ervin Gimnázium és Vízügyi Szakközépiskola vezetőségének jóvoltából.

A Babes-Bolyai Tudományegyetem által szervezett Candin Liteanu versenyen 2005-ben két tanulója első illetve második helyezést ért el, melynek alapján felvételt nyertek az egyetemre. Ugyancsak első, illetve második helyet ért el két tanulója, akik ezzel a marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti karra nyertek felvételt. Tanári pályafutása minden évében osztályfőnök volt. Az 1994 illetve 1998-ban elballagott osztályaiból a tanulók többsége orvosi, gyógyszerészeti, illetve biológia egyetemet végzett.

Patek Enikő állandó önképzéssel gyarapítja tudását. Minden évben részt vesz a Bolyai Nyári Akadémia előadásain és az EMT által szervezett Kémia Konferencián. 1996 szeptemberében két hetes hollandiai tapasztalatcserén járt a Dokkumban működő Educa Transfer International szervezet javaslata alapján.

