

Elemnévadás az uránon túl

Az elemek felfedezésének története bővelkedik érdekességekben. Ezek közül is a legváratlanabb fejezet az uránnál nagyobb rendszámú elemekkel kapcsolatos. Ezeket az elemeket tulajdonképpen nem felfedezték, hanem feltalálták, ugyanis tudatos kísérletsorozatokban hoztak létre földi körülmények között nem létező atommagokat. Az újonnan megismert elemek elnevezése hagyományosan az első felfedező joga, így ha a felfedezés elsőbbségét illetően viták vannak a tudósok között, az gyakran elnevezési vitákhoz is vezet.

Magát az *uránt* már két évszázadnál is régebben ismeri a tudomány, az elemet Martin Heinrich Klaproth (1743–1817) berlini kémia professzor fedezte fel 1789-ben a manapság uránszurokérc néven ismert ásványban. Ő is nevezte el az Uránusz bolygóról, amelynek felfedezése tudományos szenzáció volt 1781-ben, hiszen a Naprendszer belsőbb, szabad szemmel is látható bolygóit már ősidők óta ismerték.

A bizmut és az urán közötti elemeket a svéd Jöns Jakob Berzelius (1779–1848) által 1815-ben azonosított és elnevezett tórium kivételével a XX. század hajnalán fedezték fel. Az uránnak több mint egy évszázadig nem volt különlegesebb jelentősége, míg Antoine Henri Becquerel (1852–1908), Marie Curie Skłodowska (1867–1934) és Pierre Curie (1859–1906) az uránszurokérc vizsgálatánál fel nem fedezte a radioaktivitást.

A transzurán (uránon túli) elemeket az 1940-es években kezdte előállítani és kutatni San Francisco közelében, Berkeley városában egy nagy létszámú kutatócsoport, amelynek legnevesebb tagjai Glenn Theodore Seaborg (1912–1999) és Albert Ghiorso (1915–) voltak. Egészen természetesnek tűnt, hogy az akkor már ismert, Uránusz utáni bolygókról az uránt követő elemek neve *neptúnium* és *plutónium* lesz, habár ezeket a bolygókat már jóval az elemek felfedezése előtt megismerték (a Neptunuszt 1846-ban, a Plútót 1930-ban fedezték fel). A Plútótól a csillagászok 2006-ban ugyan megvonták a bolygó elnevezést, így ezentúl hivatalosnak törpebolygónak hívják, de persze az elemneveket ez már nem érinti.

Az új elemek előállításával az új bolygók felfedezése nem tudott lépést tartani, így másféle elnevezési források után kellett nézni. A Pu

utáni három elem elnevezésében a periódusos rendszerben fölötté lévő ritkaföldfém elnevezési módja volt útmutató. Az eurórium elemet Európáról nevezték el, így az alatta lévő elem Amerikáról az *americium* nevet kapta. A gadolínium volt az első elem, amelyet tudósról neveztek el – Johann Gadolin finn földtudós nevét örököltette meg 1880-ban ilyen módon a Gd-ot felfedező Jean Charles Marignac francia kutató – így a Gd alatti elemet is tudósról, Marie Curie Skłodowska-ról nevezték el *küriumnak*. A terbium egy három másik elemnek (Y, Yb, Er) is keresztszülöként szolgáló kicsiny svéd városkáról, Ytterbyről kapta a nevét. Így a Tb alatti elem, a *berkélium* is egy város nevét viseli, mégpedig a kutatócsoport otthonát jelentő kaliforniai Berkeley-ét. A 98-as elem fölötti diszprózium neve egy görög szóból származik, amely a felfedezés nehézségeire utal (diszproszodosz = megközelíthetetlen). Ennek a névadási módnak az utánzása nem tűnt célszerűnek, viszont az természetesen adódhatott, hogy Berkeley után Kalifornia állam is legyen elemnévadó: így lett a 98-as rendszámú elem neve *kalifornium*.

Úgy tűnik, ezzel a Berkeley-ben dolgozó kutatócsoport által kedvelt földrajzi helyek is elfogytak, mert a periódusos rendszerben következő elemeket következetesen nagy hatású tudósokról nevezték el. Albert Einsteint (1879-1955) aligha kell bárkinek is bemutatni, róla nevezték el az *einsteiniumot*. A *fermium* névadója Enrico Fermi (1901-1954) olasz fizikus, aki a II. világháború alatt vezette az első atomreaktor építési munkálatait, s a magyar származású Szilárd Leóval együtt még szabadalmaztatta is az ötletet. A *mendelévium* az első 100-nál nagyobb rendszámú elem, a periódusos rendszer atyja, Dmitrij Ivanovics Mengyelejev (1834-1907) orosz tudós tiszteletére kapta nevét. A következő elem, a *nobélium* névadója Alfred Bernhard Nobel (1833-1896) svéd kémikus, akiről leginkább az általa alapított díj jut az emberek eszébe manapság. 1961-ben fedezték fel a *laurenciumot*, s a nem sokkal korábban elhunyt Ernest Orlando Lawrence (1901-1958), a ciklotron feltalálójának emlékére nevezték el. Ezzel a felfedezéssel le is zárult az a korszak, amelyet az amerikai csoport kutatási fölénye jellemzett. A laurencium mai vegyjele Lr, de néhány korábbi forrásban Lw is előfordul.

Nagyjából ebben az időben vált igazán jelentőssé az akkori Szovjetunióban (ma Oroszországban) lévő Dubna városának új elemek előállításával foglalkozó kutatóintézete. Az elemek felfedezése pedig technikailag egyre nehezebbé vált, így az amerikai és az orosz csoport között szinte folyamatos vita volt egyes felfedezésekről, azok

megerősítéséről, az elsősegről és így az elemek elnevezéséről is. Ennek a következménye volt, hogy a 104-es elemet a szovjet kutatócsoport ajánlását követve hazánkban is kurcsatóviumnak (Ku) nevezték, míg a világ nagyobb részén az amerikai javaslatot követve a radzerfordium név és Rf vegyjel terjedt el. A tudománytörténet furcsa fintora, hogy a hidegháború után a két nagyhatalom politikusai kevésbé érezték presztízs kérdésnek az egyébként igencsak költséges elemkutatások támogatását, ezért ekkor az amerikai és az orosz kutatócsoport munkakörülményei is jelentősen romlottak, s idővel a Darmstadtban működő német GSI intézet vált az új elemek szintézisének vezető kutatóhelyévé.

Az elemelnevezés zavarainak tisztázása felé az első lépést a kémikusok nemzetközi szervezete, a IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) tette meg 1977-ben. A minden nemzet kémikusait tömörítő szervezet ekkor fogadta el a 100-nál nagyobb rendszámú elemek rendszeres nevezéktanát. Innen erednek a sok periódusos rendszerben feltűnő, hárombetűs vegyjelek. Egy fel nem fedezett, vagy véglegesen még el nem nevezett elem nevét a tízes számrendszerben leírt rendszámából lehet megszerkeszteni. Mind a tíz számjegy görög eredetű nevet kapott, és ennek a névnek első betűjét írjuk le a vegyjel betűiként. Az **1. táblázat** tartalmazza a számjegyekre használt szavakat és betűket. Például a 283-as rendszámú elem neve így *bioktrium*, vegyjele Bot, a 713-esé *szeptuntrium* és Sut, a 317-asé *triunszeptium* és Tus. Azonban mindig is világos volt, hogy ezen nevek és vegyjelek csak ideiglenesek, továbbra is triviális neveket kell találni azoknak az elemeknek, amelyek felfedezését széles körben megerősítették.

A nyolcvanas évekre az elnevezések körüli vita különösen ellentmondásossá vált. Végül a IUPAC a probléma megoldására a fizikusok hasonló szervezetével, a IUPAP-pal összefogva 1986-ban egy közös munkabizottságot alakított, amelyben az ilyen jellegű kutatásokban érdekelt valamennyi kutatóhely és minden nemzeti kémiai egyesület hallathatta véleményét. 1991-re sikerült megegyezésre jutni az új elemek elnevezésének irányelveiről. A megegyezés támogatta azt a korábbi gyakorlatot, hogy elemeket tudósról, helyről, tulajdonságról, vagy mitológiai személyekről nevezzenek el. Elutasították azonban azt, hogy elemek élő személyek nevét kapják. A 101-es (Md), 102-es (No), és 103-as (Lr) rendszámú elemek már elterjedt, és ellentmondásoktól mentes nevét véglegesen megerősítették, noha a nobélium első előállításáról szóló

bejelentést megalapozatlannak találták, így a felfedező személye más lett. A 104 és 109 közötti rendszámú elemek nevére és vegyjelére javaslatot tettek. Megegyeztek abban is, hogy a további elemek elnevezéséhez az első, széles körben megerősített felfedezésről beszámoló kutatók tehetnek javaslatot. Ezt a javaslatot a munkacsoport megtárgyalja, majd az elnevezésről hivatalos ajánlást tesz közzé a IUPAC folyóiratában. Az ajánlást egy nagyjából féléves időszakon át bárki véleményezheti. A vélemények megismerése után a bizottság újabb ülésén véglegesíti a javaslatot, amelyet aztán a IUPAC évente egyszer megszervezett közgyűlése jóváhagy.

Míg az új elemek elnevezési eljárását mindenki elfogadta, addig a 104-109-es rendszámú elemekre elfogadott nevek erősen megosztották a tudóstársadalmat. Az amerikai kutatóknak nagyon rosszul esett, hogy a számos elem felfedezésében nagy szerepet játszó Glenn T. Seaborg munkájának elismerésére tett szíborgium elemnévjavaslatukat elvetette a bizottság azért, mert élő tudósról nem akartak elemet elnevezni. Ugyancsak jelentős kritika érte a 107-es elem nevét, amelyre az 1994-ben elfogadott javaslat nilszbórium volt, vagyis a tudósokról elnevezett elemek közötti egyetlen kivételként a tudós keresztnéve is szerepelt volna az elem nevében. A vita tovább folytatódott, és véglegesen csak 2000. novemberében zárult le. A 104-es elem neve *radzerforium* (Rf) lett Ernest Rutherford (1871-1937) Nobel-díjas kutató tiszteletére. A 105-ös elem végül a *dubnium* nevet kapta a szovet-orosz kutatócsoport munkájának elismeréseként. A 106-os elem neve *szíborgium* (Sg) lett, az elnevezés körüli vitát értelmetlenné tette az a tény, hogy Seaborg professzor 1999. február 25-én elhunyt. A tudósról még életében készült olyan fénykép, ahol büszkén mutat a periódusos rendszer Sg elemére, s az elnevezési vitát is időnként csípős humorral kommentálta. A 107-es elem neve *bórium* (Bh) lett Niels Henrik David Bohr (1885-1962), a neves dán tudós tiszteletére. A 108-as elem a GSI német kutatóintézet otthonául szolgáló német Hessen tartományról a *hasszium* (Hs) nevet kapta. A 109-es elemet a maghasadás egyik felfedezőjéről, az életében méltó módon el nem ismert Lise Meitnerről (1878-1968) *meitnerium*nak (Mt) nevezték. A **2. táblázat** foglalja össze a 2000-ben elfogadott neveket az előtte elterjedtebben használt nevekkal együtt.

További két elem elnevezését 2003-ban, illetve 2005-ben hagyta jóvá a IUPAC a már ismertetett eljárás végén. A 110-es elem neve a GSI kutatóintézet városáról, Darmstadtról, *darmstadtium*, Ds lett. A 111-es

elem egy neves német tudós, a röntgensugárzást felfedező Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) nevét örökíti meg, az elem neve *röntgenium*.

Már beszámoltak a periódusos rendszerben következő néhány elem előállításáról, általában egyetlen elem több izotópjáról is, de ezeknél a felfedezést még 2007. októberére sem erősítették meg olyan biztonsággal, hogy a IUPAC elkezdje az elnevezési eljárást. Az egyes elemek leghosszabb felezési idejű előállított izotópjai a következők: ^{283}Uub 5 perc, ^{284}Uut 0,48 s, ^{288}Uuq 2,8 s, ^{288}Uup 87 ms, ^{293}Uuh 61 ms, ^{294}Uuo 1 ms. A 113-as elem nevére japán kutatók már két javaslatot is tettek: japonium (Jp) és rikenium (Rk). Már évtizedek óta ismert elméleti jóslat, hogy a 112-es és 114-es rendszámú elemek egyes izotópjai viszonylag hosszú felezési idejűek lesznek, pl. a ^{298}Uuq felezési idejét egy évnél hosszabbnak jósolták. Ezen izotópok környezetét hívják a periódusos rendszer stabilitási szigetének. Habár az Uub és Uuq elemeket végegesen meg nem erősített eredmények szerint már előállították, sajnos csak a várható stabilitási szigetbe tartozó izotópoknál jóval kisebb tömegszámúakat sikerült eddig előállítani.

Végezetül essen egy pár szó az elemek nevének írásmódjáról is. A kúrium, berkélium, kalifornium, és laurencium elemek a névadók eredeti nyelven írt formájától eltérő, magyar kiejtést követő írásmódja már évtizedek óta gyökeret vert, és a röntgeniumot is valószínűleg kevesen írnák le az angolos roentgenium írásmóddal magyar szövegben. Ezen elemnevek írásmódjának elveit követve helyesebbnek tűnik a radzerfordium, szíborgium, bórium és hasszium írásmód a mai magyar szakirodalomban talán kicsit gyakoribbnak mondható rutherfordium, seaborgium, bohrium és hassium alak helyett.

0	nil	<i>n</i>
1	un	<i>u</i>
2	bi	<i>b</i>
3	tri	<i>t</i>
4	kvad	<i>q</i>
5	pent	<i>p</i>
6	hex	<i>h</i>
7	szept	<i>s</i>
8	okt	<i>o</i>
9	en	<i>e</i>

1. táblázat Száznál nagyobb rendszámú elemek rendszeres elnevezésére és vegyjelére jóváhagyott szabályokban használt számok

2. táblázat Transzurán elemek nevének eredete

rendszám	vegyjel	elemnév a legstabilabb izotóp és felezési ideje	a név eredete korábbi név vagy vegyjel
92	U	urán ^{238}U $4,5 \times 10^9$ év	Uránusz (bolygó)
93	Np	neptúnium ^{237}Np $2,1 \times 10^6$ év	Neptunusz (bolygó)
94	Pu	plutónium ^{244}Pu $8,2 \times 10^7$ év	Plutó (törpebolygó)
95	Am	amerícium ^{243}Am $7,4 \times 10^3$ év	Amerika (kontinens)
96	Cm	kúrium ^{247}Cm $1,6 \times 10^7$ év	Marie Curie Skłodowska (1867–1934)
97	Bk	berkélium ^{247}Bk $1,4 \times 10^3$ év	Berkeley (város, Kalifornia, USA)
98	Cf	kalifornium ^{251}Cf $9,0 \times 10^2$ év	Kalifornia (tagállam, USA)
99	Es	einsteinium ^{252}Es 1,3 év	Albert Einstein (1879–1955)
100	Fm	fermium ^{257}Fm $1,0 \times 10^2$ nap	Enrico Fermi (1901–1954)
101	Md	mendelévium ^{258}Md 52 nap	Dmitrij I. Mengyelejev (1834–1907)
102	No	nobélium ^{259}No 58 perc	Alfred B. Nobel (1833–1896)
103	Lr	laurencium ^{262}Lr 4 óra	Ernest O. Lawrence (1901–1958) Lw
104	Rf	radzerfordium ^{263}Rf 10 perc	Ernest Rutherford (1871–1937) Ku kurcsatóvíum, Db dubnium
105	Db	dubnium ^{268}Db 32 óra	Dubna (város, Oroszország) Jl zsoltium

106	Sg szíborgium ^{271}Sg 2,4 perc	Glenn T. Seaborg (1912–1999) Rf radzerfordium
107	Bh bórium ^{267}Bh 22 s	Niels H. D. Bohr (1885–1962) Ns nilszbórium
108	Hs hasszium ^{277}Hs 40 perc	Hessen (tartomány, Németország) Ha hánium
109	Mt meitnerium ^{276}Mt 0,72 s	Lise Meitner (1878–1968)
110	Ds darmstadtium ^{280}Ds 11 s	Darmstadt (város, Németország)
111	Rg röntgenium ^{280}Rg 3,6 s	Wilhelm C. Röntgen (1845–1923)

Orgoványi Judit, Tarczay György

AHOL A MADÁR SEM JÁRT: A CSILLAGKÖZI TÉR KÉMIÁJA

Az emberiséget mindig izgatta, hogy a világ minél nagyobb, minél távolabbi részét egyre alaposabban megismerje, megértse. Az utóbbi néhány évtizedben nemcsak egyre távolabbi galaxisokat fedeztünk fel, de egyre több anyagot azonosítottunk a csillagközi térben is, amit 100 éve még teljesen üresnek képzeltünk. A világűrben előforduló anyag kémiai összetételének vizsgálatával, a molekulák detektálásával, ezek képződési mechanizmusának felderítésével egy igen fiatal tudományterület foglalkozik, az asztrokémia. Az asztrokémia a csillagászat és a geológia (mint megfigyelő), valamint a fizika és a kémia (mint kísérleti, elemző) tudományterületek határán helyezkedik el. Így felhasználja mind a megfigyelő, mind pedig a kísérleti tudományágak teljes tárházát.

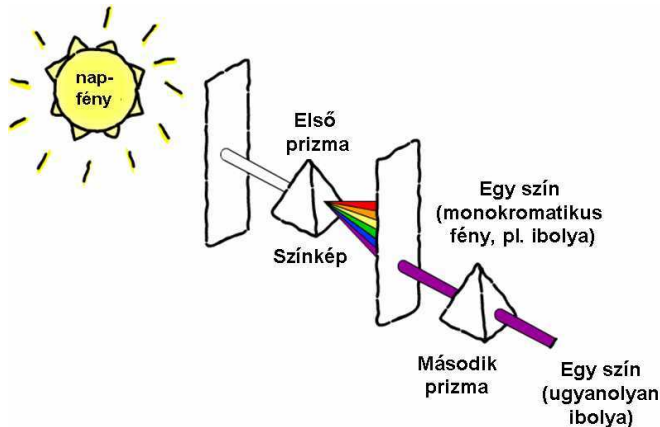
A földi laboratóriumokban analizált mintákról rengeteg információt nyerhetünk. Nagyon nagy pontossággal megállapíthatjuk az elemi, valamint molekuláris összetételüket, de akár a különböző izotópok pontos arányát is fel tudjuk deríteni. Ilyen módon azonban a Világegyetem csak igen kis szeglete tanulmányozható, hiszen Földön kívüli eredetű minták nagyon korlátozottan állnak rendelkezésünkre. Ilyenek például az Apollo űrhajósai által gyűjtött holdközetek, vagy a marsi eredetű meteoritok. A legnagyobb mennyiségben a molekulafelhőkben előforduló csillagközi

molekulákról azonban így nem nyerhetünk információt. Ilyen, jelenleg is tanulmányozott molekulafelhők (pl. Taurus molekulafelhő, Orion óriás molekulafelhő) ugyanis 300 000–1 000 000-szor távolabb vannak annál, mint amilyen távolságra az emberiség által készített, legtávolabb jutott űrszonda, a Voyager-1 30 évnyi utazása alatt eljutott.

A fény: hullám és részecske

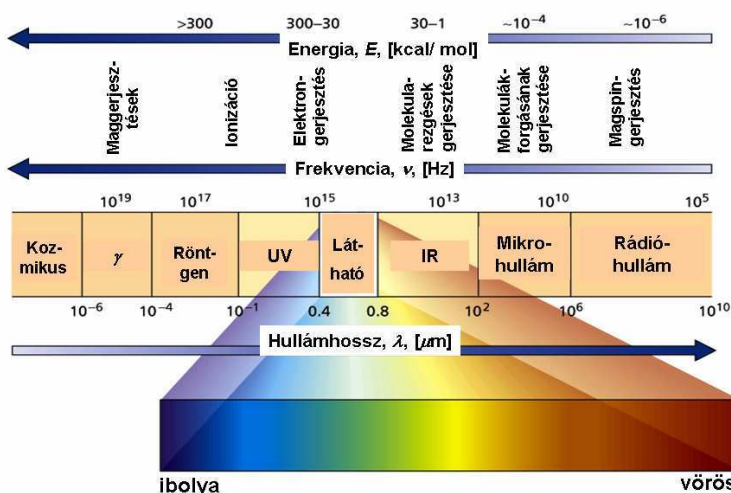
Távolabbi objektumokat, így a molekulafelhőket is az általuk kisugárzott, vagy a rajtuk keresztülhaladó fény segítségével tanulmányozhatjuk. Ahhoz, hogy megértsük hogy kaphatunk a fényből értékes információkat, röviden tekintsük át a fény tulajdonságait, valamint a fény és az anyag (atomok, molekulák) kölcsönhatását a fénnel!

A fénnel már az ókori egyiptomiak is végeztek kísérleteket, az ókori görögök pedig elméleteket állítottak fel, hogy megmagyarázzák a fénnel kapcsolatos megfigyeléseket. A mai modern fényelmélet felállításának kezdete Isaac Newton XVII. század végén végzett kísérleteihez köthető. Ezekben a kísérletekben Newton a napfényt prizma segítségével a szivárvány színeire bontotta, majd az így felbontott fényt másik prizmával újra (sárgás) fehér fénné egyesítette. Amikor a szivárványból egy szűk színtartományt kivágott, akkor ezt egy másik prizmával már nem tudta tovább bontani, illetve nem tudott ebből újra fehér fényt létrehozni. (Lásd 1.ábra). Ebből arra a következtetésre jutott, hogy a napfény több komponensből áll.



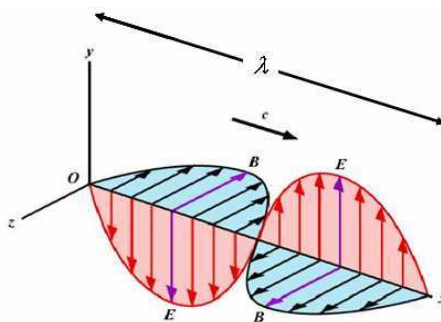
1. ábra: Newton egyik kísérlete a napfénnel

Több mint egy évszázaddal később az Uránusz felfedezője, William Herschel szintén a prizmával felbontott fénnel kísérletezett. Herschel azt mérte, hogy a napfény különböző színű komponensei mennyire képesek felmelegíteni az útjukba helyezett hőmérőt. Kísérletei során véletlenül az egyik hőmérőt a szivárvány szemmel látható vége, a vörös fény elé helyezte el. Legnagyobb meglepetésére éppen ez a hőmérő jelezte a legnagyobb felmelegedést. Ezzel felfedezte a szemmel nem látható, ún. infravörös (angolul: infrared, rövidítve IR) vagy más néven hősugárzást. Csupán egy évet kellett várni egy újabb nagy felfedezésre. 1801-ben Johann Wilhelm Ritter egy hasonló prizmás kísérlettel azt tanulmányozta, hogy az AgCl csapadék a fény színű komponenseivel történő megvilágítás hatására milyen gyorsan feketedik meg. (Megvilágítás hatására Ag keletkezik. Ez volt a fekete–fehér fényképezés alapja.) Hasonlóan Herschel megfigyeléséhez, Ritter is azt vette észre, hogy a legnagyobb hatás a látható tartományon kívül tapasztalható. Ebben a kísérletben azonban nem a vörös előtti, hanem az ibolyán túli tartomány feketíti el leggyorsabban a csapadékot. Ez pedig nem másnak, mint az így felfedezett ultraibolya (angolul: ultraviolet, rövidítve: UV) fénynek a hatása. A XIX. század végéig több további kísérlet szélesítette ki ezt a folytonos színskálát, az ún. színképet vagy spektrumot. (Lásd 2. ábra.) 1888-ban Heinrich Hertz a rádiósugárzást, míg 1895-ben Wilhelm Conrad Röntgen a röntgensugárzást fedezte fel.



2. ábra: Az elektromágneses spektrum és a fény-anyag kölcsönhatás

Heinrich Hertz kísérleteit nagymértékben inspirálta James Clerk Maxwell XIX. század második harmadában kidolgozott, a mai napig modernnek számító fényelmélete. Maxwell a fényt elektromágneses sugárzásként írta le. Ezek szerint a fény elektromos tér komponense időben és térben periódikusan változik, ami térben és időben periódikusan változó mágneses teret hoz létre. Ez utóbbi viszont újra elektromos teret kelt, vagyis a két periódikusan változó tér egymást tartja fenn, és hozza létre a fényterjedést. (Lásd 3 ábra.) A fény különböző komponensei pedig a frekvenciájukban (jele: ν , mértékegysége: Hz) különböznek. Mivel vákuumban a fény meghatározott, állandó sebességgel terjed (fénysebesség, jele: c , értéke: 299 792 458 m/s), ezért az egyszínű (ún. monokromatikus) sugárzást hullámhosszával (λ) is lehet jellemezni: $\lambda = c/\nu$. Érdemes itt megjegyezni, hogy a fény közel 7000-szer gyorsabban terjed, mint amekkora sebességgel jelenleg a Voyager-1 űrszonda mozog a Földhöz képest!



3. ábra: A fény , mint elektromágneses sugárzás
(E : elektromos térerő vektora, B : mágneses térerő vektora, x, y, z :
helykoordináták)

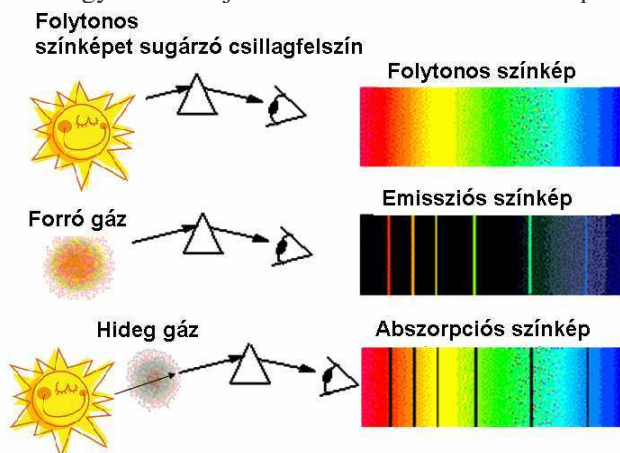
Maxwell elméletével a fényterjedést és sok más kísérleti megfigyelést (pl. fényelhajlás, diffrakció) meg lehetett érteni, de a XX. század elejére több olyan jelenséget figyeltek meg, amelyekre nem tudott magyarázatot adni ez az elmélet. Ilyen volt pl. a fényelektromos jelenség is. Ennek a kísérletnek a lényege az, hogy a fénnel megvilágított fémekből elektronok lépnek ki. Ha monokromatikus fénnel világítjuk meg a fémeket, akkor a kilépő elektronoknak csak a mennyisége függ a fény intenzitásától. A kilépő elektronok energiáját viszont csak a fény hullámhossza határozza meg. Minél nagyobb a megvilágító fény frekvenciája, (azaz minél kisebb a hullámhossza,) annál nagyobb a kilépő

elektronok kinetikus energiája. Egy adott értéknél nagyobb hullámhossz felett pedig egyáltalán nem lépnek ki elektronok. Ezt a jelenséget Max Planck és Albert Einstein úgy tudták megmagyarázni, hogy feltételezték, hogy a fénynek nemcsak hullámtermészete (elektromágneses sugárzás), hanem anyagi természete is van. Azaz a fény is elemi részecskékből, ún. fotonokból áll. Egy monokromatikus fényben a fotonok energiáját a következő összefüggéssel lehet megadni: $E = h\nu$, ahol h az ún. Planck-állandó, $h = 6,626068 \times 10^{-34}$ Js. Például, ha a fém egy darab vörös fotont nyel el ($\lambda = 800$ nm), akkor ez $2,5 \times 10^{-19}$ J energiaátadást jelent. Ha a fém egy elektronja erősebben kötődik a fémhez, mint ez az energia, akkor nem léphet ki az elektron. Ha kevésbé, azaz a kilépési munka (vagy másképp az ionizációs energia) kisebb, mint ez az érték, akkor kilép az elektron. A kilépési munka és a foton energiája közötti különbség pedig a kilépő elektron mozgási energiájára fordítódik.

A fény információt hordoz: a spektrum

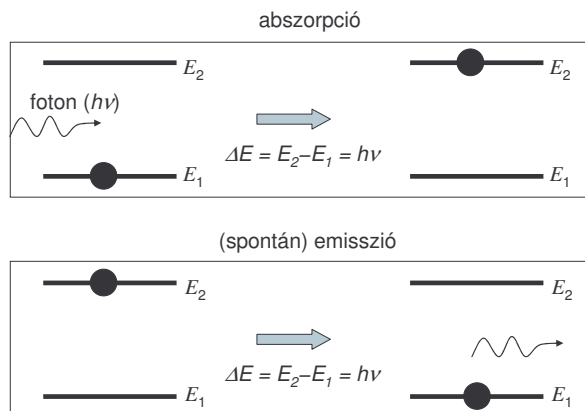
Napjainkban az információ továbbításának egyik legkorszerűbb módja a monokromatikus fény felvillanásainak továbbítása vékony üvegszálon, ún. száloptikán keresztül. Ilyenkor az információt a monokromatikus fény intenzitásának (pontosabban ki/bekapcsolás) időbeli változása hordozza. Azonban fontos információt hordozhat a nem monokromatikus (összetett) fény intenzitásának eloszlása a hullámhossz szerint is. Először 1802-ben William Wollaston vette észre azt, hogy a Nap színképében sötét vonalak vannak, azaz egyes hullámhosszaknál nagyon kicsi a fény intenzitása. Tőle függetlenül Joseph Fraunhofer is elkezdte vizsgálni a Nap spektrumát, és 576 sötét vonalat (ún. Fraunhofer-vonalak) írt le. 1822-ben William Herschel fia, John Herschel és Fox Talbot különféle színű lángokat vizsgáltak. Azt figyelték meg, hogy a lángok színét a lángba bevitt anyagok határozzák meg. A lángok színképe éppen fordított képet mutatott, mint amit Wollaston és Fraunhofer megfigyelt, azaz nem sötét vonalak vannak a folytonos spektrumban (elnyelési, vagy abszorpciós spektrum), hanem éles, intenzív vonalak vannak sötét háttéren (emissziós spektrum). 1849-ben Jean Bernard Leon Foucault kísérletileg megmutatta, hogy a kétféle spektrum (lásd 4.ábra) egyenértékű információt hordoz. A különbség csak az, hogy az emissziós spektrum esetében a forró fényforrás, az abszorpciós esetben pedig a forró

fényforrás és a megfigyelőpont között elhelyezkedő hideg anyaghalmaz minősége határozza meg a színképvonalak pontos helyét. (A napfény spektrumában található sötét vonalak úgy jönnek létre, hogy a Nap 6000 K-es felszínéről sugárzott folytonos spektrumból a Nap felszíne fölött, az ún. fotoszférában található hidegebb atomok és ionok egyes fotonokat elnyelnek.) Ezeket a felismeréseket felhasználva dolgozta ki Robert Wilhelm Bunsen és Gustav Robert Kirchhoff a spektrumok laboratóriumi felvételét, valamint a spektrumok analízisét. Ennek során Kirchhoff közel negyven elem jelenlétét tudta kimutatni a Napon.



4. ábra: A színekpek típusai

A spektrumok létrejöttének alapjait azonban csak a kvantumelmélet megszületése után sikerült megérteni. A kvantumelmélet szerint az atomoknak és molekuláknak jól meghatározott energiaszintjei vannak. Ezek szerint bármekkora energiát nem közölhetünk a molekulákkal, csak annyi energia elnyelésére képesek, amennyi éppen megfelel az atom vagy molekula éppen betöltött energiaszintje és egy magasabb energiájú szint közötti energiakülönbségnek. Azaz csak azok a fotonok nyelődhetnek el, amelyekre fennáll a $\Delta E = h\nu$ összefüggés. Ez az abszorpció jelensége. A meleg, nagy energiájú atomok, molekulák pedig úgy kerülhetnek alacsonyabb energiájú szintre, ha közben $\Delta E = h\nu$ energiájú fotont sugároznak ki, ami pedig emissziós spektrumot eredményez. (Lásd 5. ábra.)



5. ábra: Az abszorpció és az emisszió folyamata

(A vonalak az energia szinteket jelölik, a pötty pedig azt, hogy a molekula melyik energiaszinten, azaz melyik állapotban van.)

Az atomok, molekulák energiaszintjeit többféle fizikai jelenség határozhatja meg. Például a hidrogénatom energiáját meghatározza az, hogy melyik atompályán helyezkedik el az elektron. Így pl. az $n = 1$ és az $n = 2$ főkvantumszámú pályák közötti energiakülönbség $\lambda = 122$ nm-es foton kibocsátásának (vagy elnyelésének) felel meg. Hasonlóan a hidrogénatomhoz az elektrongerjesztések a legtöbb atom- vagy molekulapályák esetében rendszerint az UV és látható tartományba esnek. A molekulákat felépítő atomok egymáshoz viszonyított mozgásának – vagyis a molekularezgéseknek – az energiája, valamint a molekulák térbeli forgásának energiája is csak jól meghatározott („diszkrét”) értékeket vehet fel, azaz „kvantált”. A rezgési szintek közötti átmenetek jellemzően az infravörös, míg a forgási szintek közötti átmenetek a rádió- és mikrohullámok tartományába esnek. (Lásd 2. ábra.) Fontos újra megjegyezni, hogy minden esetben az energiaszintek értéke, és így a szintek közötti energiakülönbség a molekulától (vagy atomtól) függ. Így ha a spektrumokat kielemeztük, akkor – elegendő adat esetén – egyértelműen meg tudjuk határozni azt a molekulát/atomot, amely létrehozta a spektrumot. Úgy is fogalmazhatunk, hogy a spektrumok a molekulák „ujjlenyomataik”.

A megfigyelőeszközök: spektrométerek, teleszkópok

Az eddig elmondottak alapján már ki is lehet találni, hogy a spektrumok felvételére szolgáló eszközök, az ún. spektrométerek milyen alapelemekből épülnek fel. Először is szükség van egy forrásra. A laboratóriumi (abszorpciós) spektrométerek esetében ez egy megfelelő tartományban sugárzó izzó (pl. látható fény esetében lehet wolframlámpa, IR tartományban izzó SiC rúd), vagy mikrohullámok esetében ún. klisztron. Molekulafelhők vizsgálata esetében a fényforrás lehet egy a molekulafelhő mögött levő csillag. Ekkor abszorpciós spektrumot tudunk felvenni. Azonban a csillagközi felhők általában elég melegek ahhoz, hogy a bennük található molekulák egy része nem a legkisebb energiájú szinten (alapállapotban), hanem kicsivel magasabb energiájú (pl. forgási) gerjesztett szinten legyen. Sok esetben pedig magasabb energiaszinteken is található molekulák, pl. ha a felhők ütközéséből, vagy csillagok által sugárzott fény elnyeléséből plusz energiával rendelkeznek. Ilyenkor maga a felhő is sugárforrás, azaz emissziós spektrumot vehetünk fel.

A spektrumok felvételénél a sugárforrásból származó (és az elnyelő felhőn/mintán keresztülhaladó) fényt össze kell gyűjteni. A csillagászati spektrumok felvételénél erre szolgálnak a teleszkópok. Ezután a fényt hullámhossz szerint fel kell bontani. Ez hagyományosan történhet prizmával, de napjainkban sokkal gyakrabban diffrakció elvén működő optikai rácsot, vagy más elven működő ún. interferométert használnak. („Optikai ráccsal” már mindenki találkozott. Ugyanis egy CD vagy DVD lemezt a napfény felé fordítva az a szivárvány színeiben tündököl. Ez a lemez felületén levő sűrű rovátkáknak, az „optikai rácsnak” köszönhető.) Végül egy detektor segítségével mérjük a fényintenzitást a hullámhossz függvényében.

Csillagászati spektrumok felvételénél ügyelni kell a földi zavaró körülményekre. Ezek közül a legfontosabb a légkör. A légköri mozgások, a páratartalom zavarhatja a látható spektrumok felvételét. Az infravörös hullámhosszakon pedig csak nagyon szűk tartományokban láthatunk a Föld felszínéről a világűrbe, ugyanis a levegőben levő vízgőz és széndioxid az infravörös tartomány nagy részében elnyel. Ezért mind a látható, mind az infravörös spektroszkópiai megfigyelőállomásokat igyekeznek száraz területre telepíteni. A legfontosabb obszervatóriumok pl. Hawaii (Mauna Kea), Arizona (Kitt Peak), Peru száraz hegyein, illetve a kis abszolút páratartalmú Antarktiszon vannak.

Az infravörös spektrumok felvétele egyes tartományokban még a száraz, sivatagos hegycsúcsokon sem lehetséges. Ezért az 1960-as években a légkört ballonokkal, majd rakétákkal elhagyva vettek fel infravörös spektrumokat. Az 1970-es évek közepén pedig egy repülőgépet (Kuiper Repülő Observatórium) szereltek fel infravörös spektrométerrel. (Ezzel sikerült például kimutatni a Szaturnusz és a Jupiter atmoszférájában a vizet.) Ezt a repülőgépet váltotta fel a közelmúltban a NASA (az USA Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatala) és Német Űrügynökség Boeing 747-esből átalakított SOFIA (Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy) repülőgépe. A XX. század végétől pedig több infravörös űrtávcsövet is állítottak Föld körüli pályára: Japán 1995-ben (InfraRed Telescope in Space, IRTS), ugyanebben az évben az Európai Űrügynökség (Infrared Space Observatory, ISO), 1997-ben a NASA a híres Hubble űrteleszkópjára telepített egy infravörös spektrométert (Near Infra-Red Camera and Multi-Object Spectrometer, NICMOS), majd 2003-ban szintén a NASA fellőtte a Spitzer űrteleszkópot. Minden eddigieknél korszerűbb műszert, a Herschel infravörös űrteleszkópot fogja üzembe helyezni az Európai Űrügynökség 2008 nyarán.

A rádió- és mikrohullámok tartományában nem a légkör a fő zavaró tényező, hanem az emberi civilizáció. A rádió- és tévéadások, mobilhálózatok ugyanis mind zavarhatják a megfigyelést. Ezért a rádióteleszkópokat igyekeznek mély völgyekbe, vagy a lakott területektől messze telepíteni. A rádióteleszkópokat ránézésre is könnyű megismerni, hiszen eltérően a látható és infravörös tartományban működő teleszkópoktól, ezek nem hagyományos tükrökkel vagy lencsékkel gyűjtik össze az elektromágneses sugárzást, hanem hatalmas parabolaantennákkal. Ilyen például a sci-fi filmekből ismert 305 m-es átmérőjű Arecibo teleszkóp Puerto Ricoban, vagy a 76 m-es átmérőjű angol Lovell teleszkóp, valamint az orosz RATAN-600 teleszkóp az 576 m-es átmérőjű parabolatányérjával. Több rádióobszervatórium nem egy, hanem több speciálisan összekapcsolt teleszkóp segítségével állítja elő a képet, illetve a spektrumot. Ezek közül legismertebb a (Kapcsolat című filmben is látható) 27 egységből álló VLA (Very Large Array) megfigyelőállomás Új-Mexikóban. Építés alatt áll Nyugat-Európában egy még nagyobb teleszkóp (LOFAR, LOW Frequency ARray for radio astronomy). Ez 25 000 egységből áll majd, amelynek egységei több országban (Hollandia, Németország, Anglia, Franciaország) lesznek felállítva.

Spektrumok elemzése: laboratóriumi vizsgálatok

A számítástechnika gyors fejlődésének köszönhetően a regisztrált csillagászati spektrumok elemzésében egyre nagyobb segítséget nyújtanak az elméleti kémiai (kvantumkémiai) számítások. Azonban teljesen biztosak az azonosításban csak akkor lehetünk, ha a feltételezett molekulát előállítjuk a laboratóriumban, felvesszük a spektrumát, majd összehasonlítjuk a laboratóriumi spektrumot a molekulafelhő spektrumával.

A laboratóriumi kísérleteket az nehezíti, hogy minél inkább közelíteni kell a vizsgált objektumban uralkodó fizikai körülményeket. Ez a molekulafelhők esetében például extrém alacsony nyomást és hőmérsékletet, állandó kozmikus és UV sugárzást jelent. Mint látni fogjuk, ilyen körülmények között egzotikus, nagyon reaktív molekulák, párosítatlan elektronnal rendelkező semleges specieszek (ún. gyökök) is létrejönnek.

Reaktív molekulák laboratóriumi előállítására számos lehetőség kínálkozik. Ilyen pl. a magas hőmérsékletű kemencében történő izzítás. Létrejönnek ilyen specieszek elektromos kisülésekben, plazmákban és lézeres elpárologatás során. Gyakran alkalmazzák a fotolízist is, ilyenkor UV lámpával vagy lézerrel sugározzák be a mintát. A reaktív molekulákat előállításuk után „konzerválni” is kell, hogy elbomlásuk előtt meg tudjuk vizsgálni. Ez történhet úgy, hogy az előállításukkal egyidőben egy szűk résen keresztül nagyobb nyomásról nagyvákuumba eresztjük a molekulákat. Ilyenkor – hasonlóan a hűtőgép működési elvéhez – ún. adiabatikus lehűlés jön létre, amikor a vizsgált molekulák néhány K hőmérsékletre hűlnek le. Ez az ún. szuperszonikus fúvóka (vagy jet) technika. Másik gyakran alkalmazott technika a mátrixizoláció. Ekkor az előállított molekulákat nemesgázzal hígítva néhány K-es hőmérsékletre fagyasztják le. A nemesgázmátrix nemcsak azért előnyös, mert nem reagál a vizsgált molekulával, gyökkel, hanem ideális, közel kölcsönhatásmentes környezetet is biztosít. Ilyen módon kis térfogatban is elegendő speciesz gyűjthető össze a vizsgálatához. Mindkét technikát használják nem reaktív molekulák spektrumának felvételéhez is, hiszen az alacsony hőmérséklet, valamint a közel kölcsönhatásmentes környezet jól szimulálja a molekulafelhőkben uralkodó körülményeket.

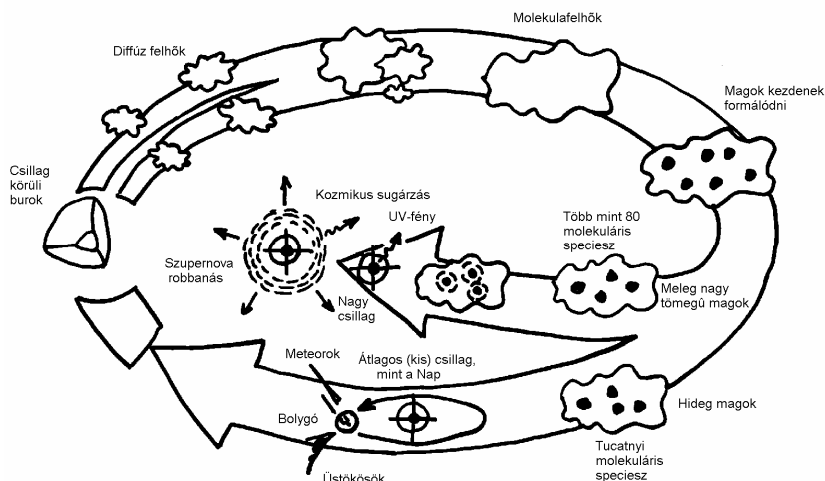
Ahhoz, hogy a laboratóriumi spektrumokat össze lehessen vetni a csillagászati spektrumokkal néhány utólagos korrekciót is el kell végezni.

Ezek közül legfontosabb a vizsgált molekulafelhő mozgásának a figyelembevétele. Ennek az a hatása, hogy a spektrumvonalak más frekvenciánál jelennek meg, mintha a felhő nem mozogna a Földhöz képest. Távolodás esetében minden vonal a nagyobb hullámhosszú értékek irányába tolódik. Mivel a látható tartományban ez a vörös felé tolódást jelenti, ezért ezt vöröseltolódásnak nevezik. (A jelenséget Doppler effektusnak hívják. Ez az effektus a hanghullámok esetében is jelentkezik, amivel már mindenki találkozott: a felénk tartó vonat dudájának hangját magasabbnak, a távolodóét pedig mélyebbnek halljuk, mint az álló vonatét.) Mivel ez a hatás minden vonalat ugyanolyan mértékben tol el a spektrumban, ezért ezt könnyen lehet korrigálni.

Még nehezebb feladat a már azonosított specieszek közötti kémiai reakciók laboratóriumi vizsgálata extrém körülmények között. Ilyen kísérleteket nagyon kevés laboratóriumban végeznek, ezek közül legismertebb az angol és francia együttműködésben végzett CRESU (Cinétique de Réaction en Écoulement Supersonique Uniforme) projekt. Ebben a kísérletben két – szuperszonikus jettel létrehozott – molekulasugarat ütköztetnek. Ennek során meg tudják állapítani a lehetséges reakciókat és a reakciósebességeket különböző hőmérsékleten. Az így mért adatokat ezután be lehet építeni olyan programokba, amelyek modellezik a molekulafelhőkben végbemenő reakciókat. Így lehetőségünk nyílik arra is, hogy megértsük, hogy az egyes molekulák milyen reakcióúton keletkeznek, illetve reagálnak tovább a tőlünk akár több ezer-tízezer fényévre levő molekulafelhőben.

Egzotikus molekulák gyűjtőtárai: a csillagközi felhők

Mivel az Univerzumban szétszóródó anyag a csillagközi felhőkön keresztül kapcsolódik a ciklikusan ismétlődő csillagképződési folyamatba, állandó kicserélődés van a csillagok és a csillagközi gáz között. Ez az állandó anyagcsere az elemek átlagosan egyenletes gyakorisági eloszlását eredményezi az Univerzumban (6. ábra). A csillagközi anyagban a leggyakoribb elem a hidrogén (93,38%), ezt követi a hélium 6,49%-kal. A biogén elemek (szén, nitrogén, oxigén) együttesen tesznek ki 0,11%-ot (arányuk egymáshoz viszonyítva: O:C:N = ~7:3:1), míg a neon, szilícium, magnézium és kén együtt 0,002% gyakorisággal rendelkeznek (relatív előfordulási gyakoriságuk: Ne:Si:Mg:S = 8:3:3:2). Az egyéb eddig fel nem sorolt elemek teszik ki a maradék közel 0,02%-ot.



6. ábra: Atomok és molekulák körforgása egy galaxisban

A csillagközi anyag 99% gázból és 1% porból áll, a két összetevő aránya nagyjából mindenütt azonos. A csillagközi anyag két jól elkülönülő fázisra osztható: a híg meleg felhők közötti anyagban sűrűbb, hideg felhők „úsznak”. A felhők közötti anyagnak két fő komponense van: a 10^4 K körüli hőmérsékletű meleg komponens és a 10^5 – 10^6 K hőmérsékletű forró komponens. Ez utóbbi a felhők közötti anyagnak csak kis hányadát foglalja magában, de térfogata igen jelentős.

A felhőkben a csillagközi anyag tömegének 80%-a koncentrálódik. Két csoportra oszthatjuk őket: a kevésbé sűrű, 50–100 K hőmérsékletű diffúz (ún. HI) felhőkben a hidrogén semleges, de atomos állapotban van jelen. A másik csoport a 10 K körüli hőmérsékletű molekulafelhők, amelyek sűrűbbek, így a bennük levő porszemcsék leárnyékolják az UV-sugárzást, és felületükön hidrogénatomokat kötnek meg, amelyek így nagyobb valószínűséggel alakulhatnak H_2 molekulákká. A molekulafelhők a legjellemzőbb H_2 molekula mellett más molekulákat is tartalmaznak, összességében több mint 130 különböző molekuláris speciest kimutattak már, ezeket az 1. táblázat foglalja össze az alkotó atomok száma szerinti csoportosításban.

1. táblázat: A csillagközi térben (és csillagok körül) 2007 augusztusáig azonosított molekulák (l: nyíltláncú, c: gyűrűs izomer. A zárójelben szereplő molekulákat még nem azonosították 100%-osan meggyőzően.)

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
atomos	atomos	atomos	atomos	atomos	atomos	atomos	atomos	atomos	atomos	atomos	atomos
H ₂	C ₃	c-C ₃ H	C ₅	C ₅ H	C ₆ H	CH ₃ C ₃ N	CH ₃ C ₄ H	CH ₃ C ₅ N	HC ₉ N	(C ₆ H ₆)	HC ₁₁ N
AlF	C ₂ H	I-C ₃ H	C ₄ H	I-H ₂ C ₄	CH ₂ CHCN	HC(O)OCH ₃	CH ₃ CH ₂ CN	(CH ₃) ₂ CO	CH ₃ C ₆ H	(C ₂ H ₅ OCH ₃)	
AlCl	C ₂ O	C ₃ N	C ₄ Si	C ₂ H ₄	CH ₃ C ₂ H	CH ₃ COOH	(CH ₃) ₂ O	(CH ₂ OH) ₂			
C ₂	C ₂ S	C ₃ O	I-C ₃ H ₂	CH ₃ CN	HC ₃ N	C ₇ H	CH ₃ CH ₂ OH	CH ₃ CH ₂ CHO			
CH	CH ₂	C ₃ S	c-C ₃ H ₂	CH ₃ NC	CH ₃ CHO	H ₂ C ₆	HC ₇ N				
CH ⁺	HCN	C ₂ H ₂	H ₂ CCN	CH ₃ OH	CH ₃ NH ₂	CH ₂ OHCHO	CH ₃ C(O)NH ₂				
CN	HCO	NH ₃	CH ₄	CH ₃ SH	c-C ₂ H ₄ O	(I-HC ₆ H)	C ₆ H ⁺				
CO	HCO ⁺	HCCN	HC ₃ N	HC ₃ NH ⁺	H ₂ CCHOH	(CH ₂ CHCHO)	C ₃ H ₆				
CO ⁺	HCS ⁺	HCNH ⁺	HC ₂ NC	HC ₂ CHO	C ₆ H ⁺	CH ₂ CHCN					
CP	HOC ⁺	HNCO	HCOOH	NH ₂ CHO							
SiC	H ₂ O	HNCS	H ₂ CNH	C ₅ N							
HCl	H ₂ S	HOCO ⁺	H ₂ C ₂ O	I-HC ₄ N							
KCl	HNC	H ₂ CO	H ₂ NCN	c-H ₂ C ₃ O							
NH	HNO	H ₂ CN	HNC ₃	(H ₂ CCNH)							
NO	MgCN	H ₂ CS	SiH ₄								
NS	MgNC	H ₃ O ⁺	H ₂ COH ⁺								
NaCl	N ₂ H ⁺	c-SiC ₃	C ₄ H ⁺								
OH	N ₂ O	CH ₃									
PN	NaCN										
SO	OCS										
SO ⁺	SO ₂										
SiN	c-SiC ₂										
SiO	CO ₂										
SiS	NH ₂ ⁺										
CS	H ₃ ⁺										
HF	SiCN										
SH	AlNC										
HD	SiNC										
(FeO)	HCP										
O ₂											
CF ⁺											
(SiH)											
PO											

A molekulafelhőkben detektált molekulák 97%-a semleges, 3%-a pedig pozitív töltésű. Anionok jelenlétét csupán az utóbbi év során sikerült igazolni, 2006-ban fedezték fel az első aniont a Taurus molekulafelhőben (C₆H⁻), amelyet 2007-ben további két negatív töltésű molekulaion detektálása követett (C₄H⁻ és C₈H⁻).

A csillagközi térben a leggyakoribb molekula a H₂. 10⁴-szer nagyobb az előfordulási gyakorisága, mint a második leggyakoribb molekulának, a CO-nak. A szén-monoxidhoz és hidrogénmolekulához képest az összes többi többatomos speciesz csak nyomnyi mennyiségben fordul elő. A detektált molekulák 2–13 atomból állnak, főként szerves vegyületek. A specieszek izotópokban is nagy változatosságot mutatnak, D, ¹³C és ¹⁸O is előfordul bennük. A vegyületek több mint fele ismert és könnyen szintetizálható földi körülmények között, mint például a víz (H₂O), az

ammónia (NH_3), a formaldehid (H_2CO) és az egyszerű alkoholok (mint a metanol, CH_3OH illetve az etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$). Akadnak azonban szép számban reaktív molekulák (pl. HNC , HCCNC) és molekulaionok (pl. H_3^+ , HCO^+ , H_3O^+ , HOC^+), sőt gyökök (pl. a lineáris C_nH gyökök, ahol $n = 2-8$, vagy a szokatlan háromtagú gyűrűs C_3H és C_3H_2) is. Azonosítottak már a harmadik periódus elemeit, például szilíciumot és ként tartalmazó molekulákat is (pl. SiN , SiC vagy SO , H_2S).

Mivel a földi élet a szerves kémián alapul, ezért a szerves vegyületek jelenlétének vizsgálata segít a lehetséges Földön kívüli élet felkutatásában. A biogén elemekből (hidrogénből, szénből, nitrogénből, oxigénből, foszforból és kénből) álló szerves molekulák jellemző alkotói a molekulafelhőknek. Két jól ismert sűrű csillagképződési területen, az Orion és a Sagittarius molekulafelhőkben végzett rádiócsillagászati megfigyelések azt bizonyították, hogy ilyen molekulák kialakulhatnak ezekben a régiókban.

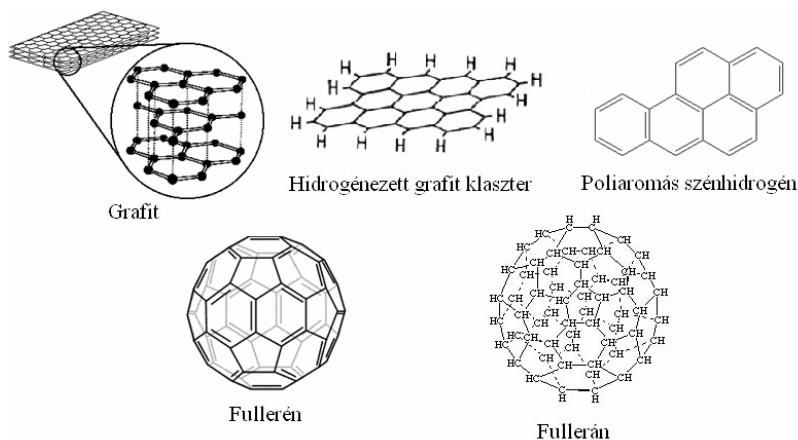
A kozmikus szén nagy aránya a széntartalmú szilárd anyaghoz kötődik, ami különböző szerkezetekben fordulhat elő (pl. amorf szén, korom). A kis széntartalmú vagy szilikát részecskék felületére jég rakódik le a hideg molekulafelhőkben, ezek felülete teret ad további bonyolultabb vegyületek kialakulásához. Az ilyen szemcsék felületén metanol, etanol, és magasabb szénatomszámú alkoholok képződhetnek, amelyekből még nagyobb molekulák jöhetnek létre alkil-kation átviteli reakciókon keresztül. A gyakran észlelt két éter molekula ($(\text{CH}_3)_2\text{O}$ és $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$) szintén nagy jelentőségű biomolekulák kialakulására nyújt lehetőséget.

Biológiai szempontból kiemelkedő fontosságú vegyületek a szénhidrátok, amelyeknek legkisebb képviselőit már megtalálták a csillagközi környezetben. A legegyszerűbb cukornak, a glikolaldehidnek (HOCH_2CHO) a detektálása Jan Michael Hollis és munkatársainak nevéhez fűződik. Munkájukban a glikolaldehid eloszlását vizsgálták a Sagittarius B2 óriás molekulafelhőben.

Nagy figyelmet fordítottak az aminosavak, különösen a legkisebb aminosav, a glicin ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) azonosítására is. Az aminosavak azonban nagyon érzékenyek az UV-sugárzásra, már viszonylag alacsony energiájú sugárzás hatására is elbomlanak. Ennek is köszönhető, hogy a glicint eddig még nem sikerült közvetlenül azonosítani a spektrumokban, csak a lehetséges bomlástermékeit. Laboratóriumi kísérletek viszont arra vallanak, hogy a glicin jelen lehet, sőt a glicinmolekulákból nagyobb aminosavak is képződhetnek a sűrűbb, hideg molekulafelhőkben,

amelyekben a porrészecskék felfogják az UV-sugárzás nagy részét. Az eddig azonosított legnagyobb peptidkötést tartalmazó molekula az acetamid ($\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{NH}_2$).

Az 1. táblázatban bemutatott 13 atomot tartalmazó molekuláknál nagyobb vegyületek létezését is igazolták már a csillagközi térben. Kristen Sellgren és munkatársai 1983-ban infravörös spektroszkópiai méréseket végeztek diffúz felhők meleg régióiban, amelynek során grafitszerű anyag jelenlétét sikerült kimutatni. Mivel az ilyen csillagközi környezetben a hidrogénnek igen nagy az előfordulási gyakorisága, ezért a molekulák szélein található telítetlen szénatomok hidrogénnel telítődnek, így a szerves kémiából ismert poliaromás szénhidrogének (PAH-ok) dehidrogénezett változatát detektálták. Adrian Webster 1992-ben közölt eredményei szerint a diffúz felhők spektrumainak jellegzetes sávjaiért legvalószínűbben a különböző hidrogénezett fullerének (ún. fulleránok) a felelősek. (Lásd 7. ábra.)



7. ábra: Szén- és hidrogéntartalmú nagymolekulák a csillagközi térben

A világűrben minden bizonnyal számos olyan molekula létezik, amelyet még nem sikerült detektálni. Erre bizonyíték, hogy vannak olyan nagyobb molekulák (pl. karbonsavak, aminosavak), amelyeket meteoritmintákban már azonosítottak. Így feltételezhető, hogy a csillagközi térben is léteznek, csak még nem sikerült megfigyelni őket. Ennek különböző okai lehetnek. Az egyik ilyen ok lehet, hogy az adott

molekulát nehéz detektálni (például a N_2). Előfordulhat az is, hogy az adott vegyület csak reakciók közttermékeként létezik (például a CH_3^+) és gyorsan bomlik. A harmadik lehetséges ok, hogy az adott molekulának nincs specifikus jellegzetessége az abszolút azonosításhoz (például egy poliaromás szénhidrogénnek), a vegyületcsaládnak általános spektruma van, nehéz őket egyedileg azonosítani.

Molekulák születése: reakciók a csillagközi térben

A molekulák képződésével kapcsolatosan alapvető kérdés, hogy hol és hogyan (milyen mechanizmussal, milyen kémiai reakciókon keresztül) tudnak szintetizálódni az űrben.

Az első kérdésre könnyen válaszolhatunk. A molekulák képződésével elsősorban a csillagközi tér felhőiben: a melegebb diffúz felhőkben, valamint a hidegebb, sűrűbb molekulafelhőkben számolhatunk.

A második kérdés jóval összetettebb. A molekulák kialakulásának mechanizmusaival a reakciókinetika foglalkozik. Az ilyen kinetikai számítások matematikailag igen bonyolulttá válnak, mihelyt a reakció mechanizmusa néhánynál több reakciólépést tartalmaz. Ilyen esetekben különböző egyszerűsítéseket lehet figyelembe venni.

Ha a felhő gravitációs összehúzódásához és a molekulák szemcsékre való kifagyási sebességéhez képest a kémiai reakciók sebessége nagy, feltételezhetjük, hogy egy többlépéses reakcióban (pl. $A \rightarrow B \rightarrow C$) a közttermék (B) koncentrációja kicsi és állandó. (Azaz nem távolodik el és nem fagy ki a szemcsékre, hanem a következő reakcióban továbbalakul.) Diffúz felhőkben, ahol m^3 -ként mindössze 10^8 db speciesz található, ez a feltételezés alkalmazható, ami jelentősen megkönnyíti a többlépéses reakciómechanizmusok kezelését. Ezzel szemben a molekulafelhők sűrű magjában, ahol $>10^{10}$ db speciesz fordul elő m^3 -ként, a fenti feltétel már nem áll fenn, emiatt a reakciókinetikai számítások is sokkal bonyolultabbá válnak.

Ezekben a szimulációkban a feltételezett kémiai reakcióra vonatkozó laboratóriumi mérési eredményeket (pl. a reakciósebesség hőmérsékletfüggése), valamint a csillagközi felhőben uralkodó fizikai körülményeket (pl. hőmérséklet, nyomás, UV sugárzás eloszlása) betáplálják egy számítógépbe. Ezután a reakciókinetikai program kiszámolja azt, hogy a megadott feltételek szerint milyen molekulák és

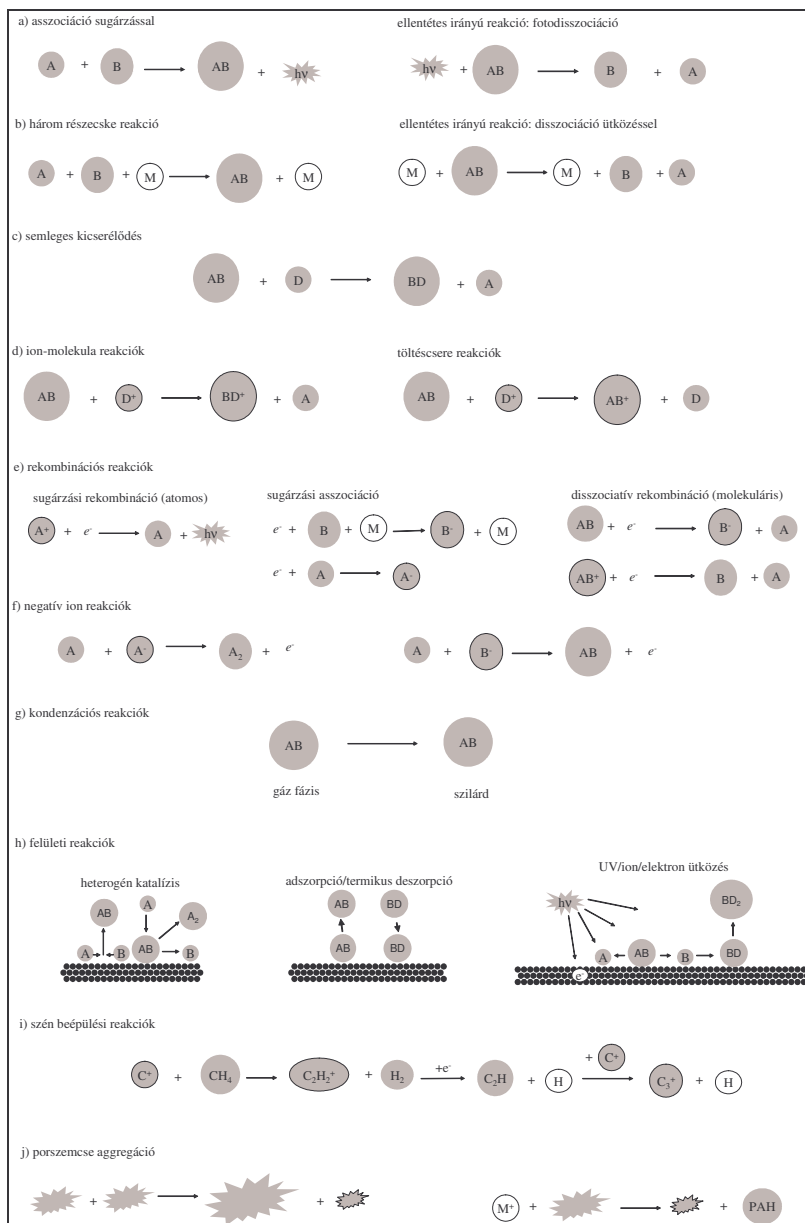
milyen mennyiségben keletkezhetnek az adott csillagközi felhőben. Végül ezt összevetik a felhőben, a spektrumok alapján mért molekulák koncentrációjával. Ha nem elég pontos a szimuláció, akkor összefüggéseket keresnek, újabb reakciókat feltételeznek, vagy módosítják a kiindulási feltételeket. Ez utóbbi lépés jelenti mindig a legnagyobb kihívást. A reakciókinetikai vizsgálatok alapján még egyes 2–3 atomból álló egyszerű molekulák pontos keletkezési útvonalai sem teljesen tisztázottak, a nagyobb molekulák keletkezési mechanizmusairól pedig még szegényesebbek az elképzeléseink.

A csillagközi felhőkben lejátszódó kémiai reakciók modelljei több száz specieszt és több ezerféle reakciót vizsgálnak. A mai ismeretek legátfogóbb reakciólistáját egy folyamatosan bővülő adatbázis (ún. UMIST adatbázis) tartalmazza, amely a leggyakoribb 12 elemből (H, C, N, O, F, Na, Mg, Si, P, S, Cl, és Fe) felépülő 420 speciesz 4573 reakciójának kinetikai leírását foglalja magában.

A csillagközi térben lejátszódó kémiai reakciók típusait a 8. ábra foglalja össze. Míg a sűrűbb csillagkeletkezési területeken megfigyelt néhány speciesz képződésében a gázfázisú reakciók igen jelentősek, a porszemcséken lejátszódó reakciók is igen fontos szerepet játszanak a molekulafelhők összetételének kialakításában.

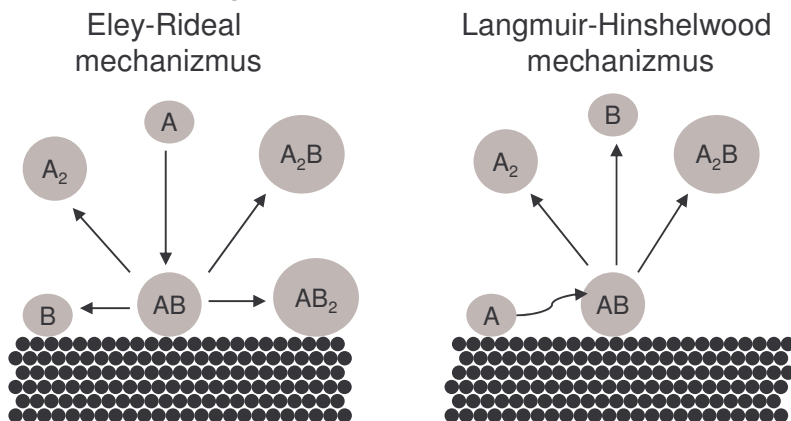
A legtöbb gázfázisú reakcióban termék csak akkor képződhet, ha a reaktánsok ütközésének energiája elegendően nagy. A reakciók során ugyanis az ütköző molekuláknak egy energiagáton (aktiválási energia) kell keresztülmenniük, mielőtt termékek keletkeznek. Egy tipikus reakcióban résztvevő atomok vagy molekulák akkor rendelkeznek elegendő energiával a gát átlépéséhez, ha a gáz több száz vagy ezer K hőmérsékletű. Egy tipikus molekulafelhőben a hőmérséklet azonban csak 10 K körüli. Ezen a hőmérsékleten a szokványos reakciók közül csak néhány játszódhat le, az is csak igen kis reakciósebességgel.

Azonban nem minden reakció igényel aktiválási energiát. A kémiai reakciók könnyebben mennek végbe, ha gyökök vagy ionok vesznek részt a reakciókban. Ellenkező töltésű ionok reakciókorlát nélkül tudnak egymással reagálni. A gyökök között lejátszódó exoterm reakciók pedig az aktiválási energia hiánya miatt nagy reakciósebességet érhetnek el 10 K hőmérsékleten is. Ezekben az esetekben azonban a gyökök, illetve az ionok létrehozásához van szükség energiabefektetésre, amit pl. a jelenlevő UV sugárzás biztosíthat.



8. ábra: A csillagközi térben lejátszódó reakciók típusai

A csillagközi anyag tömegének 1%-át porrészecskék alkotják. Ezeknek a részecskéknek kulcsszerepük van a csillagközi tér kémiájában, mivel felületük katalizálhat egyes kémiai reakciókat. Egy katalizátor úgy hat, hogy kisebb aktiválási energiájú reakcióutat biztosít a reagensek számára, de nem befolyásolja az egyensúlyt, csak azt a sebességet, amellyel ez az egyensúly beáll. Ennek egyik lehetséges módja a heterogén katalízis, amikor a katalizátor és a reagensek különböző halmazállapotúak, jelen esetben gáz-szilárd rendszerekről van szó. Kétféle elmélet létezik a felületeken lejátszódó katalitikus folyamatok tárgyalására: az Eley-Rideal-mechanizmus és a Langmuir-Hinshelwood-mechanizmus. (Lásd 9. ábra.)



9. ábra: Felületen lejátszódó kémiai folyamatok mechanizmusai

Az Eley-Rideal-mechanizmus szerint a felületi katalitikus reakció úgy játszódik le, hogy egy gázfázisú molekula (A) ütközik egy már a felületen levő molekularészlettel (AB). Ebben az egyszerű esetben egy összetettebb molekula képződik (A_2B), amely maradhat a felületen kötve, vagy deszorbeálódhat közvetlenül a gázfázisba. Egy alternatív reakcióút is lehetséges: szubsztitúciós reakció játszódik le és két új speciesz képződik (A_2 és B), ezeknek bármelyike maradhat a felületen, illetve deszorbeálódhat.

A Langmuir-Hinshelwood-mechanizmus szerint a reakciók a felületen adszorbeált molekula fragmentumok és atomok közötti találkozás révén játszódnak le. Az egyik speciesz egy alacsony energiájú kötési helyen tartózkodik, míg a másik szabadon diffundál a felületen. A

diffundáló részecske (A) nekiütközik a kémiaiilag kötött (kemisorbeált) speciesznek (AB) és új vegyületet hoznak létre (A_2B), amely maradhat a felületen kötve, illetve deszorbeálódhat.

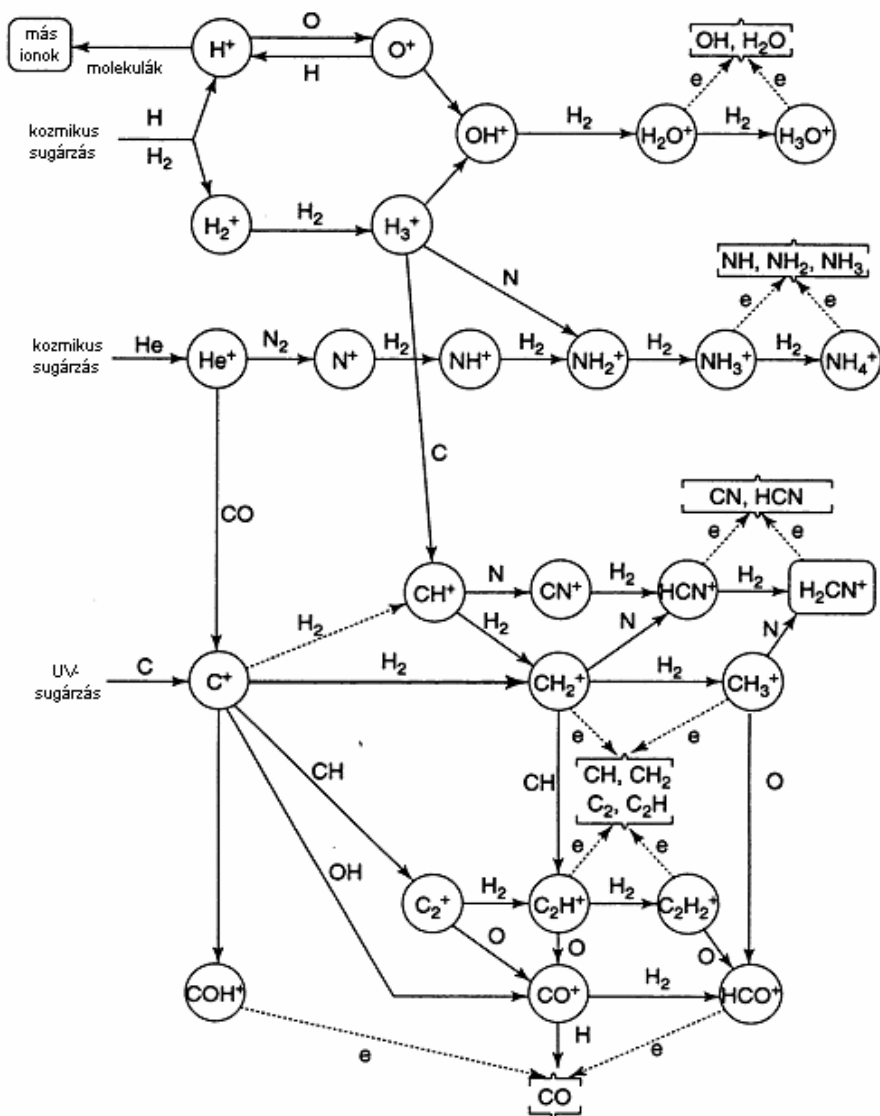
A molekulafelhőkben lejátszódó legfontosabb reakció a H_2 molekula képződése. Egy H atom ütközik egy porszemcsével, a hidrogénatom gyengén kötődik a szemcséhez, diffúzióval mozogni tud a felületén. A diffundáló hidrogénatom végül találkozik egy másik H atommal és rekombinálódnak molekulát alkotva. Közben leadják a kötés létrejöttkor felszabaduló energiát a szemcse felületének, amelynek ezáltal kis mértékben nő a hőmérséklete. Végül a keletkezett H_2 molekula elpárolog a szemcse felszínéről.

A szemcse felületén kötött hidrogénatom diffúzió révén nehezebb elemekkel (O, C, N) is találkozhat és OH, CH vagy NH gyököket hozhatnak létre, amelyek további hidrogénatomok felvételével telített vegyületekké alakulhatnak: H_2O , CH_4 , NH_3 .

Amint a H_2 molekula létrejött a szemcséken és deszorbeálódott a csillagközi gázba, a kozmikus sugárzás hatására ionizálódhat és H_2^+ ion alakulhat ki. A H_2^+ ion igen reaktív és egy további H_2 molekulával gyorsan reakcióba tud lépni, amelyben H_3^+ ion képződik. (A H_3^+ iont infravörös abszorpciója alapján azonosították a csillagközi környezetben.) A H_3^+ ionnak kulcsszerepe van a molekulafelhőkben lezajló reakciókban. Mivel nagyon erős sav, így könnyen protonálja a semleges atomokat, molekulákat. Oxigénnel reagálva például OH^+ ion keletkezik, amely két lépésben H_2 -nel oxóniumionná (H_3O^+) képes alakulni. Nitrogénnel NH_2^+ iont alkot, amely két lépésben H_2 -nel ammónium-ionná (NH_4^+) alakulhat. Szénnel pedig CH^+ iont hoz létre, ami egy H_2 -nel tovább reagálva CH_2^+ iont alkot, amelyből további reakciókkal a nagyobb szerves molekulák is ki tudnak alakulni. A molekulák egymásba alakulásának lehetőségeit az ún. kémiai hálók foglalják össze, egy ilyen hálót mutat be a 10 ábra.

Észlelhetünk-e Földön kívüli életet spektroszkópia segítségével?

Az előzőekben láttuk, hogy a csillagközi felhőkben nagy valószínűséggel lehetőség van arra, hogy számos nagy, az élet szempontjából is fontos biomolekula szintetizálódjon. Ezek detektálását azonban nehezíti viszonylag kis koncentrációjuk, valamint az, hogy a molekulák méretének növekedésével a spektrumok is egyre bonyolultabbá válnak.



10. ábra: Kémiai háló

Jelenlegi ismereteink alapján pedig az élet (legalábbis a földi típusú) szilárd felületű bolygóhoz, valamint folyékony vízhez köthető. A

Naprendszeren kívüli bolygók (exobolygók) vizsgálata spektroszkópia segítségével jelenleg még igen nehéz. A bolygók ugyanis a csillagközi felhőkhöz képest igen kicsik, ráadásul értékelhető spektrumhoz csak akkor juthatunk, ha a bolygó pont a csillaga és a Föld közötti egyenesen helyezkedik el. Ekkor a bolygó atmoszférájában levő molekulák adott frekvenciáknál elnyelhetik a csillag fényét. Ennek a detektálásához viszont nagyon érzékeny műszerekre van szükség. Nem véletlen, hogy elsőként csak idén (a *Nature* folyóiratban) közölték az első olyan eredményt, amikor egy molekulát, a vizet azonosították egy hatalmas exobolygó atmoszférájában. (A Naprendszer bolygóinak kémiáját egy későbbi cikkben fogjuk bemutatni.)

Nem zárható ki azonban az, hogy a földi műszereink egyszer a Földön kívüli élet jeleire bukkannak. Az arecibo-i rádiótávcső által regisztrált (nem spektroszkópiái, hanem időben változó) rádiójeleket ugyanis egy világméretű projekt (SETI program, Search for ExtraTerrestrial Intelligence) keretében több mint 5 millió számítógép analizálja, annak a reményében, hogy mesterséges adatsorra leljenek 200 kiszemelt csillag felől érkező jelek zajában.

Ajánlott olvasmányok, érdekes honlapok:

- Balázs Béla, Érdi Bálint, Marik Miklós, Szécsényi-Nagy Gábor, Vízi Zsuzsanna: Bevezetés a csillagászatba, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1994
- Marik Miklós: Csillagászat, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1989
- J. Herrmann: SH atlasz: Csillagászat, Springer-Verlag, Budapest, 1996
- A NASA asztrokémiai laboratóriumának honlapja:
<http://www.astrochemistry.org>
- A csillagközi térben azonosított molekulák állandóan frissülő listája:
http://www.ph1.uni-koeln.de/vorhersagen/molecules/main_molecules.html
- Az infravörös csillagászat története:
http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/timeline/index.html
- A Herschel űrteleszkóp honlapja: sci.esa.int/herschel
- A SETI program: <http://www.seti.org/>, <http://seti.index.hu/>

A csillagközi tér kémiájáról 2007. november 15-én előadás (*Tarczay György: Kémia a csillagok között*) hangzott el az ELTE Kémiai Intézete által szervezett ALKÍMIA MA előadássorozat keretében. Az előadás fóliái, valamint az előadás videófelvevétele letölthető a sorozat honlapjáról: http://www.chem.elte.hu/pr/alkimia_ma.html.

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

Ebben a rovatban átalatok is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinten is lehet értelmezni. Éppen ezért részmegoldásokat is be lehet küldeni! A lényeg az ismeretek mozgósítása, az önálló elképzelés bizonyító erejű kifejtése. A kérdéseket (olykor) szándékosan fogalmazzuk meg a mindennapok nyelvén, hogy – reményünk szerint – minél inkább a lényegre irányítsuk a figyelmet. Jó szórakozást és sikeres munkát kívánunk!

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2008. január 7-ig postára adva:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

Budapest Pf. 32.

1518

1. Helyezzünk 1-2 kanálnyi finom vasport egy karton-, vagy műanyag lapra, majd rakjunk alá egy erős mágnesset. Mit tapasztalunk? Történik-e munkavégzés?
2. Polietilén fóliából (pl. tejes zacskóból) vágjunk 1 cm széles csíkokat. Fogjuk meg a műanyag csík két végét, és kezünket kezdjük el óvatosan széthúzni. Mit tapasztalunk? Mi történhet közben?

3. Ha sárga színű kálium-kromát-oldatot (K_2CrO_4) mondjuk reagens kénsavval megsavanyítjuk, narancssárga kálium-dikromát-oldathoz ($K_2Cr_2O_7$) jutunk. Mi történhetett? Melyik anion gerjeszhető könnyebben? Miért?
4. A nátrium-nitrát és a kálium-klorid egyaránt ionrácsos vegyület. Vizes oldatuk összeöntésekor nem keletkezik csapadék, kálium-nitrát mégis nyerhető a két só oldatából. Hogyan és miért?
5. A korabeli mesterek tapasztalatból tudták, hogy a fekete lőpor készítéséhez nem a nátrium-nitrát (chilei salétrom), hanem a kálium-nitrát (salétrom) alkalmas. Vajon miért, mikor mindkettő nitrát? Van-e ennek köze a vese vízkiválasztásához?
6. Mi a hasonlóság és mi a különbség az energiaforrásként hasznosuló tartaléktápanyagok tekintetében a növények és az állatok között. Miért praktikus az energiát makromolekulák formájában raktározni?
7. Az ókori Egyiptomban az asszonyok szódával mostak. Ahol nem volt szóda, vagy nem „termett” szíksó, ott fahamuból nyertek mosószert. Miért lehetett ezeket az anyagokat ill. módszereket mosásra használni?
8. A kiránduláson kiderül, hogy az ételek készítéséhez szükséges étolajat otthon hagytuk. Mindent átkutatva az elsősegély dobozban találunk egy üveg gyógyszerári (nagyon tiszta) paraffinolajat. Megsüthető-e benne a hús? Elfogyasztható-e az étel? Miért?
9. Közeleg a karácsony, a mézes készítés ideje. A mézeshez nem sütőport, hanem szalalkált ajánl a recept. Miért? Mi a hasonlóság és mi a különbség a sütőpor és a szalalkáli között?

Megjegyzések a „MIÉRT?” rovat megoldásaihoz

Kedves együtt gondolkodó diákok!

Ezúton szeretném megköszönni a vállalkozó diákok megoldásait. Bár számuk csak az utolsó fordulóban növekedett jelentősen, a beküldött munkák mindenképpen eredményesek és tanulságosak voltak. A beküldött munkák alapján megállapíthattam, hogy ez a „műfaj” még mindig csak mérsékelten tetszik Nektek. Kissé nehezen vállalkoztok az önálló gondolatok kifejtésére, a megszerzett tudás mozgósítására, és ha mégis, akkor is csak szűkszavúan. Sok esetben éreztem, hogy valószínű

teljes lehetett volna a megoldás, ha részletesebb a kifejtés. Hiszen nem véleményt, hanem bizonyítást vártam, vártunk Töletek. Persze az is előfordult, hogy a jól induló megoldás éppen a fejtegetés során siklott ki. Szeretném azonban mindegyikötöket megnyugtadni:

Az a fontos, ami már jó, ami már elfogadható a gondolatmenetben!

Ilyen „részmegoldást” pedig mindegyikötök munkája tartalmazott. 2007-ben a legszebb megoldásokat **Sebő Anna**, a Csokonai Vitéz Mihály Általános Iskola 8. osztályos tanulója küldte be, Bicskéről. Szoros versenyben volt vele **Molnár Géza** Hódmezővásárhelyről, aki a Bethlen Gábor Református Gimnázium 9. osztályos tanulója. Kár, hogy csak az utolsó fordulóban, de nagyon jól dolgozott **Kovács Benjámin** a Leőwey Klára Gimnázium 9. osztályos tanulója Pécsről, és **Kótai Angelika** a Táncsics Mihály Gimnázium 9. osztályos tanulója Kaposvárról. Jó részmegoldásokat küldött **Tóth Réka**, a Berzsényi Dániel Gimnázium 10. osztályos tanulója Budapestről, **Némethy Anna**, a Zrínyi Miklós Gimnázium 9. osztályos diákja Zalaegerszegről és **Bagóczki Zsolt** a Bethlen Gábor Református Gimnázium 8. osztályos tanulója Hódmezővásárhelyről. Köszönöm továbbá az együtt gondolkodást Berei Józsefnek, Gulyás Baláznak, Kámán Petrának, Magyarlaki Bencének, Németh Klárának, Nor Soho Roynak, Pelyvás Líviának, Péter Zsófiának és Varga Bencének.

Az alábbiakban megpróbálom – nemcsak középiskolás szinten – ismertetni, kiegészíteni azokat a megoldásokat, amelyeket a 2007-es évben kellett beküldeni. Az idézett részletek a versenyzőktől származnak.

2006 / 5. szám

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?

a, „A tömegmegmaradás törvénye miatt, mivel a rendszer zárt, össztömege nem változik.

b, Mivel a rendszer energiát veszít, így a tömege is csökken, de ez olyan kicsi, hogy szokásos mérleggel nem mérhető. ($\Delta m = \Delta E/c^2$)” (Sebő Anna)

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?

Az elektronszerkezetet ugyan nem is, de a vegyülési arányokat ismerte Mengyelejev. Ma már tudjuk, hogy ez a szigorú arány éppen az elektronszerkezet következménye. „A szén és az ólom, ill. a nitrogén és a bizmut vegyületeikben lehetnek azonos oxidációs számúak. (Vegyületeikben az atomok számaránya ugyanolyan.) Pl.: CO , PbO , CO_2 , PbO_2 , N_2O_3 , Bi_2O_3 .” (Sebő Anna)

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?

Egy-egy atommodell a kor tudományos szintézise, még akkor is, ha a „korok” ebben az időben – a gyors fejlődés miatt – nagyon rövideknek tűnnek. Bohr szintézisében az atommag felfedezése (Rutherford) és a lángfestés (Bunsen és Kirchhoff) magyarázata mellett megjelent Mengyelejev periódusos rendszere is, ami már a kémiai sajátságok periodikus változását is tartalmazta. Bohr törvényszerű atommodelljében, egy-egy héjon maximálisan éppen annyi elektron helyezkedik el, mint ahányat a periodicitás törvénye sugall, mint ahány elem alkot egy-egy periódust.

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

Bár a szén-dioxid molekulában a töltéseloszlás szimmetrikus. A poláris kötések ellenére ezért mondjuk apolárisnak. Molekuláris mérettartományban azonban a vízmolekula „érzi” a szénatom részleges pozitív töltését. A vízmolekula részleges negatív töltést hordozó oxigénatomja és a szén-dioxid-molekula részleges pozitív töltésű szénatomja között elektrosztatikus kölcsönhatás ébred, ami elektronátrendeződéssé – kémiai reakcióvá – fajulhat. A szén-monoxid esetében, az elektronegativitás-különbség alapján nemcsak a kötés, hanem a molekula is poláris lenne. Csakhogy a szén-monoxidban egy datív kötés is kialakul. Az oxigénatom az elektronpár donor, míg a szénatom az elektronpár akceptor. „A CO apoláris, mert két ellentétes hatás kiegyenlíti egymást: az O jobban vonzza a kötőelektronokat (mert nagyobb EN -ű, mint a C), de négy e^- -t ad be a kötésbe, míg a C csak kettőt.” (Sebő Anna)

5. Az anyagok színe a fényel 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?

Ha az anyag színének oka a fényelnyelés, a törvény nagyon egyszerű: Az anyag nem lehet olyan színű, mint amelyet elnyel. Helyette az elnyelt szín kiegészítő (komplementer) színében látszik. „*A Br_2 azért narancssárga, mert a fehér fényből a kék fényt nyeli el (a kék kiegészítő színe a narancs). A I_2 azért ibolya, mert a fehér fényből a sárga színt nyeli el (a sárga kiegészítő színe a kék). A kék fény nagyobb energiájú (kisebb hullámhosszú), mint a sárga. A jód gerjesztéséhez kisebb energiájú fény szükséges, mint a bróm gerjesztéséhez, tehát a jód gerjeszthető könnyebben*” (Sebő Anna)

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?

A PVC egyszeres kovalens kötésekkel tartalmaz, a szerkezetet a látható fény nem gerjeszti. A különböző irányban álló, apró szemcsék felületéről a fény más-más irányba verődik vissza. A poron szóródik a fény, ezért fehér színű.

Hevítés hatására a polimerláncról hidrogén-klorid molekulák szakadnak le. Az elimináció következtében a láncban nem pusztán (izolált) kettős kötések, hanem konjugált kettős kötések alakulnak ki. „*Minél tovább tart a melegítés, annál több HCl távozik, és a kettős kötések számának növekedésével egyre sötétebb lesz a szín.*” (Sebő Anna) A konjugált kettős kötésű rendszer egyre hosszabbá válásával, egyre könnyebben gerjeszthetővé válik a szerkezet. (Érdekeséggéppen megjegyezném, hogy volt olyan elképzelés is, hogy a polimerbe rakott indikátor kimutassa a hidrogén-klorid savasságát.)

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

Általában templomok falát és mennyezetét díszítő monumentális festmények, melyek gondosan előkészített, több rétegű, és egyre finomabb szemcseméretű meszes vakolatra készülnek. Lényeges különbség közöttük, hogy a freskót mindig frissen készített, nedves vakolatra festik, míg a secco a kiszáradt vakolatra kerül. Így a freskó esetében maga az

elkarbonátosodó mész (kalcium-hidroxid) köti meg a festékszemcséket, míg a secco technikánál – fehérje, pl. kazein típusú – kötőanyagot alkalmaznak.

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?

a/. Az elemek allotróp módosulatai esetében a szobahőmérsékleten és 0,1 MPa nyomáson stabilis módosulatot választjuk vonatkoztatási alapul (képződéshőjük megállapodás szerint nulla). „A szobahőmérsékleten stabil rombos kén melegítés hatására alakul át monoklin kéné, így a monoklin kén energiatartalma nagyobb, mint a rombosé. Mivel mindkettő égése során ugyanolyan kén-dioxid keletkezik, ezért a monoklin kén égése során több energia szabadul fel.” (Sebő Anna)

b/. A metán több lépéses oxidációjának termékei a következők: Metán – metanol – formaldehid – hangyasav – széndioxid és víz. Mindegyik lépés exoterm. Mivel a metanol a metán lépcsőzetes oxidációjának (első) közbelső terméke, a metán égése során szabadul fel több hő.

c/. A n-oktán és a 2.2.4-trimetil-pentán (vagy izooktán) egymás konstitúciós izomerjei. Nemcsak tanulságos, hanem gyakorlati szempontból is fontos a nyílt és az elágazó láncú szénhidrogének eltérő stabilitása. Az oktánszám a benzin kompressziótűrését fejezi ki, éppen az összetétel függvényében. Amikor a hengerben a dugattyú hirtelen összenyomja a „keveréket”, a kompresszió olyan gyors, hogy mellette a hővezetés sebessége elhanyagolható. Az adiabatikus összenyomás eredményekét annyira felmelegszik az üzemanyag-levegő elegy, hogy iniciálás (gyújtó szikra) nélkül is felrobbanhat. Az öngyulladásat használják ki a normál szénhidrogénekben gazdag – gázolaj – üzemanyagú diesel motorok esetében.

Minél nagyobb a benzin izooktán tartalma, annál nehezebben robban fel az összenyomás hatására, annál nagyobb a kompressziótűrése. (A benzines motorokban ezért szükséges az elektromos gyújtás.) Ebből arra következtethetünk, hogy az izooktán stabilabb, mint nyílt láncú izomerje. Termokémiai fogalmakkal kifejezve az izooktán képződéshője nagyobb, mint a n-oktáné. Ezért tökéletes égése során kevesebb energia / hő szabadul fel, mint a n-oktán esetében.

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

A szén-dioxid nemcsak oldódik a vízben, hanem szénsavat is képez vele. Ezért a közeget elsavanyítja. A savas közegben megváltozik a savas és bázikus oldalláncok protonáltsága, és ezzel az elektromos töltése. Ezáltal a fehérjelánc mentén megváltozik a pozitív és negatív töltések aránya. Ezért a térszerkezetet kialakító intramolekuláris kötések mellett megjelennek az intermolekuláris kölcsönhatások is. A makromolekulák összetapadnak, a fehérje kicsapódik (koagulál). A tejszínből hab helyett krémtúró képződik. „A N_2O nem savanhidrid, nem reagál a vízzel ...” (Sebő Anna) és nem is oldódik benne. Ezért alkalmas habosításra.

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?

Röviden: „A víz felületi feszültsége nagy, stabil habot nem képez (a cola habja hamar összeesik), a tejszín felületi feszültsége kicsi, könnyen stabil habbá verhető.” (Sebő Anna)

A makroszkopikus fogalmak mögé nézve:

A vízből is képződhet buborék, csak hamar elpattan. (ld. „buborékos” eső), Egyetlen becsapódó vízcsepp (mozgási) energiája fedezi a felületnövekedés energiaigényét. A filmképződés energetikailag azért kedvezőtlen, mert belső fázisból a felületre kikerülő vízmolekulák a hidrogénkötés helyett legfeljebb diszperziós kölcsönhatásba léphetnek a levegő apoláris molekuláival. A buborékot alkotó vízmennyiség ezért a lehető legtöbb hidrogénkötés kialakítására, vagyis a legkisebb felület kialakulására törekszik, hiszen ekkor helyezkedik el a legkevesebb vízmolekula a felszínen. A hártya tehát hamar cseppé húzódik össze.

Egészen más a helyzet a tejszín esetében. A tejszín (vagy a tojásfehérje) is vizes közeg ugyan, de tartalmaz a szappanmolekulákhoz hasonló tulajdonságú komponenst (ld. szappanbuborék-fújás). A tejszín esetében a poláris és az apoláris fázis között átmenetet képezhetnek a poláris és apoláris oldallánccal egyaránt rendelkező fehérje molekulák. Ezek a felületre kikerülő makromolekulák úgy rendeződnek el a két fázis találkozására mentén, hogy a poláris oldalláncok a víz felé, az apoláris oldalláncok pedig a levegő felé néznek. A felület növelése ebben az esetben is munkát igényel (ld. habverés), de a felületre kilépő vízmolekulák ekkor a fehérje molekulák poláris oldalláncait hidratálják. Ez az ion-dipol jellegű kölcsönhatás a felületen megtöri a víz hálózatos

hidrogénkötés-rendszerét, ezáltal gyengíti a felületet csökkenteni igyekvő erőket. Ezért a buborék, sok buborék esetén a hab stabilizálódik.

2007 / 1. szám

1. Egy ásványvizes palackot színiültig töltöttem csapvízzel, egy szárazjég (szilárd szén-dioxid) rudacskát helyeztem bele és gyorsan lezártam. Így csak akkora gáztér keletkezett, amennyi vizet a szublimáló szárazjég ennyi idő alatt kiszorított. A szárazjég lesüllyedése után egy ideig nagy buborékokat eregetett. A flakon egyszer csak elkezdett „dagadni”, a víz pedig a felszabaduló apró buborékok sokaságától pezsegni kezdett. Mi történhetett?

Az egyik vélemény: „Mivel a CO_2 szublimál, a palackban folyamatosan nő a nyomás, és emiatt a keletkező buborékok térfogata egyre kisebb lesz.” Ez önmagában ugyan igaz, de megfelelkezik a kiváltó okról: Az apró buborékok a flakon „dagadása” után jelennek meg.

„A szárazjég rudacska lesüllyed, mert sűrűsége nagyobb, mint a vízé. Közben buborékokat ereget, mert a vízben is szublimál. A fejlődő gáz miatt a palack belsejében megnő a nyomás, mert nem az összes szén-dioxid lép egyensúlyra vezető reakcióba a vízzel. A nyomás növekedésével nő a szén-dioxid oldhatósága, ami a szénsav képződése irányába tolja el az egyensúlyt.” (Molnár Géza)

Mivel a víz összenyomhatatlan, a vizes fázis minden irányban gyengítetlenül közvetíti a növekedő nyomást a flakon falára. A műanyag fal egy idő után már nem tud ellenállni, és a makromolekulák átrendeződésekként „megfolyik”. A rugalmatlan alakváltozás következtében hirtelen megnő a térfogat, csökken a belső nyomás, ami a legkisebb kényszer elvének megfelelően a nyomás fenntartására irányuló folyamatot indukál. A hirtelen nyomáscsökkenés most a szénsav bomlása irányába tolja el az egyensúlyt, amit a felszabaduló szén-dioxid buborékok sokasága jelez.

(Figyelem, a műanyag flakon a kikeményedés után robbanásveszélyes! A jelenséget csak gondolat kísérletként közöltük, eszébe ne jusson senkinek elvégezni!)

2. A klór és a bróm molekulái apolárisak. A jód ráadásul még szilárd is. Valamelyest mégis oldódik a vízben! Milyen a vizes „jódoldat” kémhatása? Miért? Mi történik a jód oldódása közben?

„A jód vizes oldatának kémhatása savas, mert az oldódáskor a jód – a klórhoz és a brómhoz hasonlóan – reakcióba lép a vízzel, és egyensúlyi folyamatban hidrogén-jodid valamint hipojódosav keletkezik.” (Sebő Anna) „A dipólusos vízmolekula polarizálja a jódmolekula elektronfelhőjét, dipólus-indukált dipólus kölcsönhatás.” (Molnár Géza)

3. Klórgázba, egy kilyukasztott kémcsőben, megolvasztott nátriumot helyezünk. A reakciót fényjelenség kíséri. Mi világít és miért? Milyen (elemi) lépéseken keresztül játszódhat a reakció? (A fény színe – vagy hullámhossza és energiája – megegyezik a „nátrium-lángfestése” során észlelt fényével.)

A reakció a megolvasztott nátrium felületén (folyadék-gáz határfelületen) indul be. Mivel a reakció exoterm, a reakcióhő hatására a nátrium párologni kezd, így (párosítatlan elektronnal rendelkező) nátriumatomok jelennek meg a gázfázisban. Ettől kezdve a heterogén fázisú reakció gázfázisúvá válik. Felmerül a kérdés: Nátriumatomok, vagy az exoterm reakcióban keletkező ionok világítanak? A nátriumionok a lezárt elektronszerkezet és az egyszerűen pozitív töltés miatt sokkal nehezebben gerjeszthetők, ezért a reakcióhő a nátriumatomokat készteti világításra. (Megjegyzés: Mivel a felszabaduló energia jelentős része elektromágneses sugárzás formájában távozik, elképzelhető, hogy ultraibolya fotonok is keletkeznek, és a nátriumgőzt is tartalmazó higanygőz lámpákhoz hasonlóan ezek gerjesztik a nátriumatomokat. A gerjesztett nátriumatomok által kisugárzott monokromatikus narancssárga fény kis energiájú, nem bontja a kovalens kötést. De a feltételezett ultraibolya fotonok hatására már klóratomok is keletkezhetnek. Az egymással találkozó atomok az elektronátrendeződés során kristálygócokká egyesülnek, melyek növekedve a „füstöt” képző ionrácsos mikrokristályokká fejlődnek.

4. Egy üres konzervdoboz sértetlen lapjára lyukat fúrunk. A lyukat befogva, víz alatt megtöltjük hidrogénnel, vagy „városi gázzal” (metánnal), az asztalra helyezzük, és a lyuk szabaddá válása pillanatában a kiáramló gázt meggyújtjuk. A doboz csak várakozás után robban fel. Miért? Mi minden történik a lyuk szabaddá tételétől?

(Figyelem! Ha valakinek az a merész ötlete támadna, hogy otthon, a gáztűzhely égőfejéből származó gázzal is kipróbálná, kérem ne tegye! Ez a gáz azonnal robban! Miért?)

Mindkét gáz sűrűsége kisebb, mint a levegőé. A sűrűség-különbség következtében a hidrogén, vagy a metán felfelé áramlik a lyukon. A dobozban csökken a gáz anyagmennyisége, ezzel csökken a nyomása, ezért az asztal és a doboz közötti résen levegő áramlik be. A beáramló levegő elkeveredése következtében egyre csökken a sűrűség-különbség, csökken a kiáramlási sebesség. Ezért a láng előbb-utóbb „bebújhat” a dobozba. A hidrogén, vagy a metán és a levegő nem minden arányban alkot robbanóelegyet egymással. Ha a láng bebújásakor már/még robbanóelegy van a dobozban, akkor a gázelegy felrobban.

5. Tudjuk, hogy a kémiai reakciók aktiválási energiát igényelnek. A gépkocsik ólomakkumulátorában szintén kémiai reakció játszódik le. Az akkumulátor mégis működik (hiszen az autó begyújtható vele) akár -20°C -os hidegben is.

A fémek delokalizált elektronszerkezettel rendelkeznek. A fémek delokalizált elektronjainak energiája éppúgy különbözik egymástól, mint a különböző atomok vegyértékelektronjainak energiája. A fémek jellemerősségét érzékeltető elektródpotenciálok különbözősége éppen ezen alapul. Ahhoz pedig, hogy az elektronok a nagyobb energiájú szintről a kisebbre lépjenek, nem kell energiát befektetni, ezért nincs szükség aktiválási energiára. Az ólom akkumulátor egyik elektródjáról a másikra – 20 fokos hidegben is önként jutnak át az elektronok, ha záródik az áramkör. Az elektródok között, lejátszó redoxi reakció folyamatosan „újratermeli” a kedvező energiaszint-különbséget.

6. Az akkumulátorok fontos tulajdonsága a „kapacitás”, amit „amperóra” vagy „milliamperóra” – egységekben adnak meg. Az ólomakkumulátorok kapacitása $35\text{--}75$ Ah között változik. A Ni-Cd elem kapacitása lehet 250 mAh, a „Nickel-Metal Hidrid” (NiMH) elemé 750 mAh, míg a mobiltelefonok Li-ion eleme 700 mAh kapacitású.

A mértékegység elemzése (az áramerősség és az idő szorzata) alapján mit jelent az akkumulátorok kapacitása? Mi ennek a kémiai tartalma?

Az „amperóra, milliamperóra”, vagyis az áramerősség és az idő szorzata töltésmennyiséget jelent. Az akkumulátorok, galvánelemek kapacitása azt adja meg, hogy mennyi töltés vándorol a két elektród között a „lemerülésig”. Mivel az elektromos töltés ebben az esetben nem töltéstöbbletként halmozódik fel, mint a kondenzátorokban, hanem egy

folyamatosan lejátszódó redoxi reakció eredménye, a „kapacitást” a reakcióban részt vevő anyagok mennyisége határozza meg.

7. Ugyanannyi hidrogént és oxigént kétféleképpen reagáltatunk egymással. Az egyik esetben durranógázként felrobbantjuk. A másik esetben a gázokat külön-külön egy elektrokémiai cella platina elektródjaira vezetve, galvánelemet hozunk létre. Melyik esetben szabadul fel több energia? Melyik esetben tudunk több energiát munkavégzésre fordítani? Miért?

Mivel a kiindulási anyagok és a végtermékek ugyanazok, az energiamegmaradás törvénye (Hess-tétel) értelmében mindkét esetben ugyanannyi energia szabadul fel. Azt, hogy ebből mennyi hasznosítható munkaként, az energiaátalakulás ill. átalakítás hatásfoka határozza meg. A robbantás során az energia nagy része hő formájában jelenik meg. Egy belsőégésű motorban az molekuláknak csak azon része végez (térfogati) munkát, amelyek a dugattyú irányában mozognak. Emellett még a vezetés és sugárzás okozta veszteség sem zárható. Ezért a rendezetlen hőmozgás energiája rossz hatásfokkal alakítható át mechanikai munkává. A galvánelem esetében az energiaátalakítási lépésben „kikerüljük” a termikus kölcsönhatást, veszteség csak az elektromotorban jelentkezik (ellenállás, súrlódás) Ezért az elektrokémiai megoldás sokkal jobb hatásfokú.

2007 / 2. szám

1. A bróm szobahőmérsékleten ugyan cseppfolyó halmazállapotú, de könnyen párolog. Ennek megfelelően a zárt üvegben a folyadék fázis felett gőz fázis alakul ki. A brómgőz pedig éppúgy átönthető egy másik edénybe, mintha folyadék lenne. Miért?

„A brómgőz sűrűsége sokkal nagyobb, mint a levegőé, mert moláris tömege (160 g/mol) sokkal nagyobb a levegő átlagos moláris tömegénél (29 g/mol), így lefelé száll.” (Sebő Anna)

A nagy moláris tömeg miatt a brómmolekulák diffúzió sebessége kicsi, a levegővel történő elkeveredés lassú. Ezért látszik annyira folyadékszerűnek az átöntés során.

2. Hideg vízbe néhány csepp fenolftaleint cseppentünk, majd egy megtisztított felületű magnéziumszalag-darabkát helyezünk. A

magnéziumszalag felülete azonnal lila színűvé változik. Miért? Mit bizonyít a tapasztalat?

A tankönyvek általában a forró vízzel történő reakciót említik, mert a hidrogén fejlődése csak ekkor észlelhető. A jelenség azt bizonyítja, hogy a magnézium a hideg vízzel is reakcióba lép. A reakció azonban annyira lassú, hogy hidrogénfejlődés nem látható. A fenolftalein azonban jelzi a felületen képződő hidroxidionokat.

3. Ha az előző kísérletet meleg vízzel végezzük el, a magnézium-darabka előbb-utóbb fel-le közlekedik („liftezik”) a kémcsőben. Miért?

Meleg vízben már láthatók a hidrogénbuborékok. A reakció azonban még ebben az esetben is olyan lassú, hogy a növekedő buborékok sokáig tapadnak a magnézium felületéhez. Ez azonban a sűrűség (átlagos sűrűség) csökkenéséhez vezet. Az egyre nagyobb felhajtóerő miatt a buborékos fémdarabka felfelé mozog. A felszínre érve elpattannak a buborékok, és a magnéziumszalag igazi sűrűségének megfelelően lesüllyed, majd kezdődik az egész jelenség előlről.

4. A gyertya lángja sárgán, a Bunsen-égő (szűrő-) lángja kéken világít. Mire következtethetünk pusztán a kibocsátott fények színéből? (Segítség: Szűrőlángot akkor kapunk, ha a levegőszabályozó gyűrű a maximálisan nyitott állásban van.)

Mindkét láng a fehér fényhez hasonló összetett, (vagy polikromatikus) fényt bocsát ki, ami a komponensek arányán keresztül a láng hőmérsékletéről árulkodik. A gyertyaláng kormozó világító burkába kevés oxigén jut, tökéletlen, ezért alacsonyabb hőmérsékletű az égés. A gyertya lángja azért „sárga”, mert a fehér fényhez képest kevés benne a nagyobb energiájú kék és ibolyaszínű komponens. A Bunsen-égőben a metán még az égés előtt elkeveredik a levegővel (oxigénnel). A kevert lángban tökéletesebb, így magasabb hőmérsékletű az égés. A szűrőláng színe azért kék, mert a fehér fényhez képest kevesebb benne a kisebb energiájú vörös és narancssárga komponens.

5. A gyertyaláng hőmérséklete a magban kisebb, mint a láng szélén. (A rövid időre a gyertya lángjába helyezett gyújtópálca a láng szélénél feketedik – szenesedik – el.) Ha a Bunsen-égő szűrőlángjába vékony rézlemez helyezünk, a lemez izzása (hőmérsékleti sugárzása) kimutatja az aktuális hőmérsékletet a láng különböző részein. A tapasztalat szerint a

lemez éppen a láng magjában izzik fel a legjobban. Mi lehet az oka, hogy a két láng maghőmérséklete ennyire különböző?

„Azért, mert a gyertya lángja csak a felületén érintkezik oxigénnel, így a reakciók a felületi rétegben játszódhatnak le. A Bunsen-égő lángja pedig úgy ég, hogy a levegő már előbb hozzákeveredik (az égő csövében). Ezért az égési reakciók a láng belsejében is folynak.” (Sebő Anna)

A metán gáz, a paraffin szilárd halmazállapotú. Ahhoz, hogy a gyertya lángja lobogjon, vagyis az égés a metánéhoz hasonlóan gázfázisban játszódhasson le, a paraffinnak többször is halmazállapotot kell változtatnia. A kanócon felszívódó paraffin éppen a láng magjában párolog el. A párolgás pedig energiaigényes folyamat. Ezért a paraffin párolgása hűti az oxigénhiány miatt amúgy is alacsonyabb hőmérsékletű lángot.

6. Amikor „élesztjük” és amikor eloltjuk, egyaránt fújuk a tüzet. Miért alszik el a tűz, amikor több oxigén áramlik, ami táplálhatná?

Az égés, mint például a gyertya égése, több elemi folyamatból épül fel. Ezeknek az elemi lépéseknek egymástól függetlenül nagyon különböző lehet a sebessége. Az égés fennmaradása szempontjából szükségszerű, hogy ezek a folyamatok szinkronba kerüljenek, és szinkronban maradjanak egymással. Bár mindegyik elemi folyamat fontos (bármelyik sérülése az égés befejeződéséhez vezet), a legfontosabb talán mégis az felszabaduló energia eloszlása. A reakcióhőnek csak egy része távozik hő és fény formájában. A többi azonnal „újrahasznosul”: Fedezi az energiaigényes lépések szükségletét. A gyertya esetében a paraffin megolvadását, elpárolgását, a szénhidrogénláncok töredezését, a reakció aktiválását. A fa esetében a cellulóz termikus bomlását, a gáz halmazállapotú bomlástermékek képződését. Amikor fújással „élesztjük” a tüzet, az aktiválást, és azzal a szinkronizációt segítjük elő. Több oxigén érkezése esetén több hő fejlődik, így nagyobb a remény az energiaigény fedezésére, az égés fenntartására, majd fennmaradására. De ha „erősen” fújuk, akkor éppen a szinkronizációt bontjuk meg. Ha lefújuk a lángot, az éghető gáz ugyan még pillanatok alatt elég, de a fejlődő hő a környezetben oszlik el, és már nem fedezheti a többi lépés energiaigényét. Minél nagyobb az utánpótlás sebessége, annál nagyobb sebességgel kell a tüzet elfűjni. A zsanai gázkitörés lángját például egy katonai repülőgép sugárhajtóművével próbálták „elfűjni”.

7. Laboratóriumi körülmények között a hidrogént cink és sósav reakciójával állítjuk elő. Ha a sósavba kevés réz-szulfát-oldatot is öntünk, a hidrogénfejlődés gyorsabb, mint nélküle. Mi lehet az oka?

„A cinklemez felületére réz válik ki (a cink a redukáló sorban a réz előtt van). A cink oldódik és hidrogént fejleszt. Ha nem lenne ott a réz, akkor a cinklemez felületén lennének a hidrogénbuborékok, és zavarják a cink oldódását. Így viszont a buborékok a kivált réz felületén fejlődnek (itt történik a redukció) és így a hidrogénképződés nem zavarja a cink oldódását (az oxidációt).” (Sebő Anna)

Igen ám, de miért is fejlődik a rézen hidrogén, mikor a redukáló sorban a hidrogén is a réz előtt van? Mert a cinkkel érintkező réz már „nem réz”. A cink azért előzi meg a redukáló sorban a rezet, mert benne a fémes (delokalizált) elektronok magasabb energiaszinten vannak, mint a rézben. Ezért a fémes érintkezés során a cink elektronjai önként vándorolhatnak át a rézre. A réz a cink elektronjaitól negatív töltésűvé válik, és a savas oldatban lévő oxóniumionok a cink elektronjait veszik fel a réz felületéről.

8. A higany(II)-kloriddal kezelt alumíniumdrót „kiszőrösödik” a képződő alumínium-oxid szálacskáktól. Az ón(II)-klorid oldatba helyezett cinkdarabka „sündisznóvá” válik a felületére kiváló óntól. A látszat nagyon hasonló. Van-e különbség az alumínium-oxid és az ónkristályok növekedésének iránya és módja között? Miért?

A túszerű ónkristályok a csúcson növekednek, mert a cinkről átlépő elektronokat az óntüskék a csúcsokhoz vezetik. Az alumínium felületén keletkező oxidréteg nem vezető. Az oxigén nem a csúcsokra, hanem a mindig kristály tövéhez lép be. Az alumínium-oxid szálacskák felkunkorodnak, így folyamatosan az alumíniumfelülethez férnek az oxigénmolekulák.

2007 / 4. szám

1. A reklámokban állandóan kalciumot, magnéziumot említene a kalciumion vagy a magnéziumion helyett. Miért helytelen, és milyen szempontból elfogadható ez a pontatlanság?

„Szerintem, ha a reklámokban ionokat mondanának, több ember megijedne... Valamint még az a plusz másodperc, ami alatt kimondjuk, az is sok pénzbe kerül.” (Péter Zsófia)

Ha biztosak lehetnénk abban, hogy mindenki tudja, hogy amit mondunk, az mást jelent, de attól még mindenki ugyanarra gondol, akkor megszokásra, lustaságra, praktikusságra vagy éppen a költségekre hivatkozva elviselhető lenne ez a pontatlanság. Csakhogy a tananyag és a valóság olykor még az iskolában is messze áll egymástól. Érdekes lenne felmérni, hogy az éppen kémiát tanuló korosztályban ki mit ért „kalciumbevítelen”.

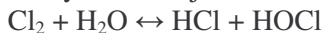
Az anyag hierarchikus építkezésének megfelelően ugyanazon elem (mondjuk a kalcium) esetében egyszerre sokféle szerkezetre gondolhatunk: atommag, atom, akár többféle ion, maga a fém, és az alkotott vegyületek. Pusztán a félreértések elkerülése végett is célszerű lenne „választékosan” beszélnünk. Hát még ha azt is figyelembe vesszük, hogy ezek a szerkezetek tulajdonságaik tekintetében mennyire különböznek egymástól.

Amikor a kalciumatomok fémmé vagy megfelelő reakciópartnerrel ionrácsos vegyületté állnak össze, csak egyetlen dolog nem változik meg: az atommag. Valószínű akkor engedjük meg magunknak ezt a pontatlanságot, amikor csak az a fontos, hogy melyik elem származékáról van szó, de az már egy cseppet sem érdekes, hogy mi az a származék. Ilyen esetben a név csak rendszámot jelöli. Az pedig mindegyik szerkezetben azonos.

2. A klórgázt az első világháborúban – Fritz Haber javaslatára – harci gázként alkalmazták (Ypern, 1915. április 22.). A klórgáz jól oldódik vízben. A reakcióegyenlet, illetve a keletkező termékek ismeretében hány okból mérgező a klór?

Tanulságos tévedés: „A víz pedig elnyeli a sósavat, ami így hidrogén- és kloridionra bomlik. Vagyis újra keletkezik egy mérgező gáz (Cl_2) és egy éghető is (H_2).”

A klór és a víz egyensúlyi reakciója során sósav és hipoklórossav keletkezik:



A hámsejtek, ezen belül a sejtmembrán és a membránfehérjék sérüléséhez önmagában már a savas kémhatás is elegendő. A klórmolekulákban azonban a vízmolekulákkal történő kölcsönhatás következtében töltésszétválás következik be, a klór diszproporcionálódik. A hipoklórossav az elektronhiányos (+1-es oxidációs számú) „klóratom” miatt az egyik legerélyesebb oxidálószer. A sejtek „erőműveiben”, a mitokondriumokban

több, reverzibilisen működő vegyület felelős az energiatermelő redoxi folyamatok lejátszódásáért. A hipoklórossav redoxipotenciálja ezek redoxipotenciáljától lényegesen pozitívabb ($\text{NADH.H}^+/\text{NAD} = -0,32 \text{ V}$, $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ a citokróm c-ben $= 0,22 \text{ V}$, hipoklórossav a $\text{HOCl} + \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ egyenlet szerint: $1,4 \text{ V}$). Az erőyes oxidálószer megakadályozza a redoxi-komponensek reverzibilis átalakulását, ezzel leáll az energiatermelés (az ATP szintézis), ami a sejtek/szövetek pusztulásához vezet.

3. A nátrium bontja a vizet, a klór mérgező. A nátrium-klorid viszont létfontosságú szervezetünk számára. Hogyan magyarázható ez?

Tanulságos: „A nátrium-klorid azért nem káros a szervezetre, mert a NaCl nehezen bomlik fel.”

„A nátrium-kloridban mindkét elem ionként van jelen, már telítettek, nem akarnak más vegyületekbe beépülni, vagy stabil állapotukból ismét elemmé alakulni.” (Kovács Benjámin)

A nátrium és a klór reakciója rendkívül látványos példája annak, hogy egyetlen elektron átadás-átvételével a milyen „drámai” változás következik be. Az egyetlen elektron átlépésekor keletkező nátriumion és kloridion nemcsak nemesgáz szerkezetűvé, hanem nemesgáz tulajdonságúvá is válik! A nátrium- és a kloridion az élettani körülmények között reakcióképtelen. Az élettani folyamatokban megfelelő méretű töltéshordozókként van rájuk szükség. (például ingerületvezetés, ioncsatornák).

4. A fém nátrium és a klórgáz reakciója során nátrium-klorid (NaCl) keletkezik, és nem NaCl_2 , vagy Na_2Cl . (Pedig a Na^{2+} -ion, vagy a Cl^{2-} -ion elvileg létezik.) Miért?

„... túl nagy lenne az ionizációs energia.” (Kovács Benjámin)

Na^{2+} -ion megfelelő körülmények között képződhet. De ha kikeressük a nátriumatom második ionizációs energiájának értékét (4562 kJ/mol), és összehasonlítjuk 1 mol NaCl keletkezésekor felszabaduló rácsenergiával (770 kJ/mol), akkor megérthetjük, hogy a nátrium és a klór reakciója során nem áll rendelkezésre ekkora energia (a NaCl képződéshője ráadásul csak -441 kJ/mol). A részecskék energiaminimumra törekvésének egyúttal az a következménye, hogy a reakciók is a lehető legkisebb energiájú állapotok sorozatán keresztül játszódhatnak le.

5. A hidridion éppen olyan elektronszerkezetű, mint a hélium, mégis reakcióképes. Vagyis nem viselkedik „nemesként”. Miért?

„A hidridion azért reakcióképes, mert két elektronja ... csak egy proton vonzásában áll. Így nem olyan stabil, mint a héliumatom.” (Kovács Benjamin)

Bármennyire is telített a héj, egy proton kevés két elektron „féken tartására”. A hidridion ionizációs energiája (ami éppen a hidrogénatom elektronegativitása) nem olyan kiugró érték, mint a hélium, és általában a nemesgázok ionizációs energiája. Egy exoterm reakció ezt az energiaigényt képes fedezni.

6. A fluor erőlyes oxidálószer, a fluoridion viszont nem redukál. Miért?

„A fluor azért vesz fel könnyen elektront, mert nagy az elektronegativitása... és éppen ezért nehezen is adja le.” (Kovács Benjamin)

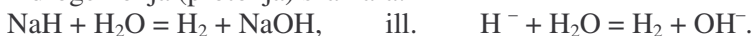
Ma már tanuljuk, az ionok képződése esetén célszerűbb az elektronegativitás helyett az elektronfelvő készséget, vagyis az elektronegativitás fogalmát alkalmazni. A fluoratom elektronfelvétele annyira kedvező, hogy jelentős energia felszabadulással jár. A fluor(atom) elektronegativitása -328 kJ/mol . Ezért vesz át elektront, oxidációra készítve reakciópartnerét. Ennek a fordítottja, az elektron átadás (a redukcióra készítés) a nemesgáz-szerkezet megbontása miatt nagyon energiaigényes folyamat.

7. A hidridion erőlyes redukálószer, míg a fluoridion nem. Pedig mindkettő „nemesgáz szerkezetű”. Miért?

A hidrogénatom elektronegativitása sokkal kisebb (-70 kJ/mol), mint a fluoratomé (-340 kJ/mol). Ezért az ellentétes irányú folyamat nem annyira kedvezőtlen, mint a fluoridion esetében.

8. Az alkáli fémek hidridjei a vízzel hidrogén fejlődése közben reagálnak. Hányféle szerepet játszik a hidridion ebben a reakcióban, és hányféle reakciótípus ismerhető fel a folyamat során?

A hidridion az első pillanatban a bázis szerepét játssza. Nemkötő elektronpárja a datív kötés lehetőségét kínálja fel a vízmolekula hidrogénionja (protonja) számára:



Az azonos magvonzás (elektronegativitás) azonban az kötőelektronpár eltolódásához vezet, miközben a sav-bázis reakció redoxi-reakcióvá fajul.

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Tóth Albertné
toth.albertne@freemail.hu

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2007. január 7-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Irinyi János Gimnázium és Szakközépiskola
 4024 Debrecen
 Irinyi utca 1.

K76. Vas-oxid keletkezett 3,351 gramm vas és $2,4 \cdot 10^{22}$ db oxigénmolekula reakciójában.

Írd fel a végbement reakció egyenletét!

Relatív atomtömegek: $A_r(\text{Fe})=55,85$; $A_r(\text{O})=16,00$

K77. A nyári szünet hírhedtté vált vegyülete volt a **dioxin**, mely az emberi/állati szervezetbe kerülve súlyos károsodásokat okoz. Az elmúlt években megtapasztalhattuk a **dioxán** környezeti ártalmait is.

Határozd meg e két vegyület összegképletét tömeg%-os összetételük ismeretében!

A dioxán és a dioxin névrokonsága szerkezeti azonossággal párosul: a vegyületek mindegyikében két oxigénatom éterkötés kialakításában vesz részt./

Név:	Hidrogén	Szén	Oxigén	Klór
Dioxán	9,09 %	54,54 %	36,36 %	-
Dioxin	1,24 %	44,74 %	9,93 %	44,09 %

Relatív atomtömegek:

$A_r(\text{H})=1,00$; $A_r(\text{C})=12,00$; $A_r(\text{O})=16,00$; $A_r(\text{Cl})=35,50$

K78. Levegőn hagyva, vagy levegőben kisebb-nagyobb hőhatásra kémiai átalakulás következik be az alább felsorolt szilárd halmazállapotú anyagokkal. A reakció eredményeképpen a szilárd fázis tömege jelentősen megváltozik.

Számítsd ki, hogy az egyes esetekben hány %-os a tömegváltozás mértéke!

Melyik az a táblázatban is szereplő anyag, melynek 5,00 grammos részlete a levegővel való érintkezés során 6,90 grammra növekedett?

Az anyag kémiai jele:	Ca	HgO	NaOH	P ₄ O ₁₀	(NH ₄) ₂ CO ₃
Változása levegőn:	egyesülés oxigénnel	oxigéngáz-fejlődése leadás	szén-dioxid megkötése	vízgőz megkötése	elillan; gázok és vízgőz keletkezése

Relatív atomtömegek:

$A_r(\text{H})=1,00$; $A_r(\text{C})=12,00$; $A_r(\text{N})=14,00$; $A_r(\text{O})=16,00$;

$A_r(\text{Na})=23,00$; $A_r(\text{P})=31,00$; $A_r(\text{Ca})=40,00$; $A_r(\text{Hg})=200,60$

K79. Az összetevőit 50–50 tömeg %-ban tartalmazó vegyület egy olyan elem oxidja, mely oxidálható is, redukálható is a reakciópartner alkalmas megválasztásával.

Az ismeretlen vegyület oxidációja során nyert vegyület moláris tömege 2,5-szerese a redukció során kinyert elem moláris tömegének. A redoxi folyamatokban az ismeretlen elem atomjának legkisebb oxidációs száma nulla, a legmagasabb oxidációs állapota +6.

Melyik a szóban forgó elem és melyek a szereplő vegyületei?

K80. Valamely fém klorid-, és szulfát sója azonos anyagmennyiségű kristályvízzel kristályosodik. A vegyületekben a fémion-tartalom rendre 27,76 m/m%, illetve 24,64 m/m%.

Határozd meg a két ismeretlen vegyület képletét!

Feladatok haladóknak

*Alkotó szerkesztő: Varga Szilárd
(szilard.varga@bolyai.elte.hu)*

Feladatok

A dolgozatokat az alábbi címen várjuk 2008. január 7-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

H76.

- Egy vizes jóddoldatot (ami $5,00 \text{ cm}^3$ $0,0200 \text{ mol/dm}^3$ -es I_2 -ot és feleslegben vett KI-ot tartalmaz) titrálunk $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-tioszulfát-oldattal (**A** oldat). Írd fel a lejátszódó folyamat ionegeyenletét! Mennyi **A** oldat fogyott a titrálás végpontjáig?
- Az **A** oldat kis részletét ($10,00 \text{ cm}^3$) titráljuk erősen lúgos közegben $0,0800 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-permanganát-oldattal. A fogyás végpontig $10,00 \text{ cm}^3$ volt. Írd fel a lejátszódó folyamat ionegeyenletét!
- Egy nátrium-szulfidot és nátrium-tioszulfátot tartalmazó oldat (**B** oldat) kis részletét ($10,00 \text{ cm}^3$) titráljuk jóddoldattal ($0,0200 \text{ mol/dm}^3$ I_2). A fogyás $20,00 \text{ cm}^3$ volt. Írd fel a szulfidon mérése során lejátszódó folyamat ionegeyenletét!
- A **B** oldat hasonló mennyiségét ($10,00 \text{ cm}^3$) titráljuk permanganátoldattal ($0,0800 \text{ mol/dm}^3$) erősen lúgos közegben. A fogyás $21,25 \text{ cm}^3$ volt. Írd fel a szulfid és a permanganát reakciójának ionegeyenletét! Számítsd ki a **B** oldatban a szulfid és a tioszulfát koncentrációját a fenti titrálások eredményének tükrében!

(orosz feladat)

H77. 5,5541 g kristályvizes sót hevítünk 100 °C-on, a tömege 4,1128 g-ra csökken. A maradék szilárd anyagot 150 °C-on hevítve 2,0818 g gáz keletkezik, amelynek térfogata 150 °C-on és 752 Hgmm nyomáson 7,044 dm³. A hevítés utáni szilárd maradékot (2,0310 g) túlhevített vízgőzzel kezeljük és ekkor 1,5910 g szilárd oxidot kapunk, amelynek az oxigén-tartalma 20,11%. A vizsgálatok során mindig tömegállandóságig végeztük a hevítést.

- Add meg a kristályvizes só képletét!*
- Írd fel a lejátszódó folyamatok egyenleteit!*

(észt feladat)

H78. 100 cm³, 0,818 g/cm³ sűrűségű, 90,0 m/m%-os etanololdatot ugyanekkora térfogatú és tömegszázalékos összetételű, 1,067 g/cm³ sűrűségű ecetsavoldattal elegyítünk. Az oldatot néhány csepp híg kénsavval megsavanyítjuk, majd megvárjuk az egyensúly beálltát. A keletkező egyensúlyi elegy 1,00 grammjának elégetésekor 16,99 kJ hő szabadul fel. (A kénsav mennyiségét elhanyagolhatjuk.)

Számítsa ki a $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = \text{CH}_3\text{COO-CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ folyamat egyensúlyi állandóját!

A képződéshő értékek:

$$\Delta_k H(\text{CO}_{2(\text{g})}) = -394 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}) = -242 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}) = -286 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(\text{l})}) = -278 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{l})}) = -487 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{CH}_3\text{COO-CH}_2\text{CH}_3_{(\text{l})}) = -464 \text{ kJ/mol}$$

(Komáromy Dávid)

H79. Egy antiszeptikus szer, amit nagy forgalmú egészségügyi területek fertőtlenítésére használnak, hangyasavat és propionsavat tartalmaz. Az Egészség-, és Fertőzésügyi Intézet egyik munkatársa ennek a két komponensnek a vizes oldatát keverte össze úgy, hogy a kapott oldat térfogata 1,5 l legyen és 0,3 mólt tartalmazzon mindkét savból. Külön érdekes, hogy a felhasznált eredeti oldatoknak a pH-ja azonos volt, továbbá a kevert oldatnak a pH-ja is megegyezik a kiindulásiakéval.

- Számítsd ki a kevert savoldat pH-ját! A savi disszociációs állandók a következők:*

$$\text{HCOOH } 1,77 \cdot 10^{-4}; \text{ C}_2\text{H}_5\text{COOH } 1,34 \cdot 10^{-5}.$$

- b) *Határozd meg a savak koncentrációját a kiindulási oldatokban!*
 c) *Milyen arányban elegyítették a kiindulási oldatokat?*
 d) *Határozd meg a savak disszociációfokát a kiindulási és a kevert oldatokban! Mivel magyarázható ez az eredmény?*
 e) *Határozd meg, mennyi vizet kell a keverékhez adni, hogy a hangyasav disszociációfoka a kétszeresére nőjön?*

(orosz feladat)

H80.

a) Az $A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow C_{(s)}$ folyamat egyszerű másodrendű kinetikát követ: $v = k[A][B]$, ahol v a reakciósebesség, k a sebességi állandó, $[A]$ és $[B]$ a koncentrációk. Ha adott, hogy milyen nyomású lehet a kiindulási gázelegy, ami csak **A**-ból és **B**-ből áll, akkor mekkorák legyenek a kezdeti móltörtek, hogy a maximális kiindulási reakciósebességgel indíthassuk a reakciót?

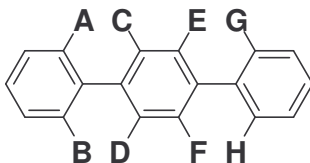
b) Egy gázelegyben, amely N_2 , H_2 , és NH_3 gázokat tartalmaz, az $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ folyamat egyensúlyba jutott. A gázelegy nyomása ekkor P . Gyorsan, de izotermálisan argongázt juttatunk be a gázelegybe, hogy a nyomást $1,02P$ -re növeljük. Merre tolódik el az egyensúly? A választ egyetlenegy mondatban indokoljuk meg!

(Stirling András)

HO-29.

A királis vegyületek családjába tartoznak olyan molekulák is, melyek nem tartalmaznak kiralitáscentrumot. Ilyenek például az axiális kiralitással rendelkező molekulák, ahol a szükséges feltétel a kiralitástengely körüli gátolt rotáció.

Az alábbi szubsztituált terfenilben az **A**-tól **H**-ig jelölt csoportok nagy térkitöltése miatt gátolt a rotáció.



Írd fel a lehetséges izomereket, ha az **A**-tól **H**-ig jelölt csoportokra igaz, hogy:

- i) *mind különbözőek*
- ii) **$A=C$; $B=D$; $E=G$; $F=H$**
- iii) **$A=C=E=G$ és $B=D=F=H$**
- iv) **$A=C=F=H$ és $B=D=E=G$**
- v) **$A=C=D=E=F=G$ és $B=H$!**

(Minden esetben csak a jelölt egyenlőségek igazak.)

Milyen viszonyban vannak egymással a különböző izomerek (pl. enantiomerek)?

A megoldást nagyban megkönnyíti, ha perspektivikus ábrázolásmódot használsz,

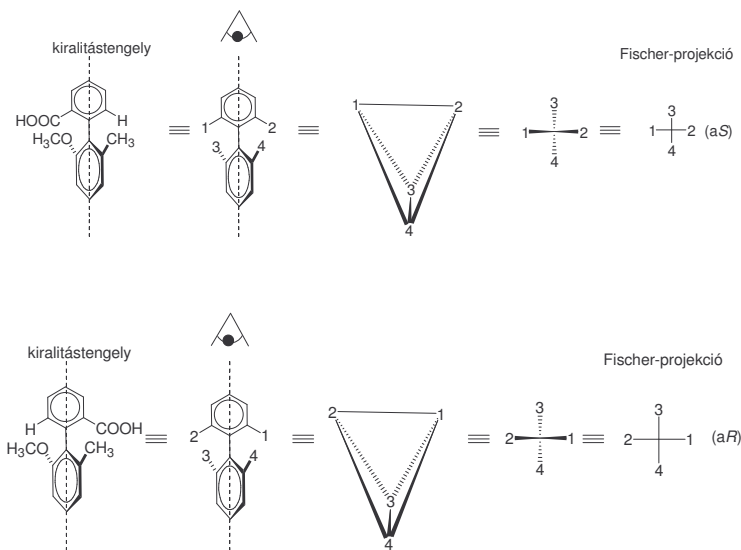


illetve ha alkalmazod a Cahn–Ingold–Prelog-konvenciót.

CIP-konvenció alkalmazása axiális kiralitás esetén:

- 1) Először jelöljük ki a kiralitástengelyt. Nézzünk rá a molekulára a tengely irányában (bármelyik irányból).
- 2) A kiralitást okozó ligandumokat lássuk el sorszámokkal. A szemünkhöz közelebb esők kapják az 1., 2.; míg a távolabbiak a 3., 4. sorszámokat; *az egyes párokon belül* a CIP rangsorolási szabályoknak megfelelően a kisebb sorszámot a magasabb rangú ligandum kapja. (lásd KÖKÉL 2004/4. szám, Szabó András: Optikai izoméria).
- 3) A négy sorszámozott ligandum egy képzeletbeli tetraéder négy csúcsán helyezkedik el. A konfiguráció betűjelzését most már ugyanúgy határozhatjuk meg, mint a centrális kiralitásnál: a tetraéderre nézzünk rá úgy, hogy a 4-es ligandum kerüljön hátulra; ha az 1., 2., 3. sorszámok növekvő sorrendben az óramutató járásával megegyező irányban helyezkednének el, akkor *aR*, ellenkező esetben *aS* konfigurációról beszélünk. A körüljárási irány meghatározásában segíthet a képzeletbeli tetraéder Fischer-projekcióhoz hasonló levetítése (lásd ábra és KÖKÉL 2005/2. szám, 114. oldal, HO-9. feladat).

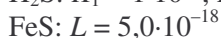
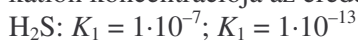
*(Mivel a feladatban konkrét ligandumok nem szerepeltek, tekintsük úgy, hogy **A**-tól **H**-ig a ligandumok rangja növekszik.)*



(Daru János)

HO-30.

Milyen pH-n kezd leválni a FeS csapadék, ha a kiindulási oldatban a Fe^{2+} kation koncentrációja $0,010 \text{ mol/dm}^3$ volt és a szulfid-tartalmú specieszek (H_2S , HS^- , S^{2-}) összkoncentrációja $0,010 \text{ mol/dm}^3$. Milyen pH-nál tekinthető teljesnek a FeS leválása (tekintsük a leválást teljesnek, ha a kation koncentrációja az eredeti 0,01%-a alá csökken)?



(észt feladat)

HO-31.

A magas hőmérsékletű szupravezetők (*High-Temperature Superconductor*) technológiájában nagy áttörést jelentett, amikor 1987-ben felfedezték a $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ vegyületet, amelyben a réz két különböző oxidációs állapotban található (+2 és +3). Ez az anyag hevítve könnyen veszít oxigént és változatos összetételű vegyületekké alakul ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$). A szupravezetési tulajdonságok érzékenyen függenek x értékétől; csak egy bizonyos tartományba eső x esetén figyelhető meg szupravezetés. A réz

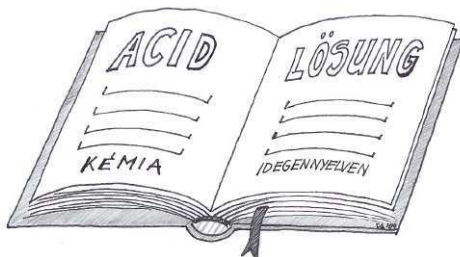
átlagos oxidációsszámát jelölhetjük $(2+p)$ alakban, ahol p a rézatomokhoz rendelhető töltéstöbblet.

Jodometriásan szeretnénk volna meghatározni ebben a HTS vegyületben x értékét. A meghatározáshoz az **A** és **B** kísérleti eljárásokat használtuk. Az **A** esetben a minta m_A tömegű részletét 1 mol/dm^3 -es perklórsavban oldottuk, majd feleslegben adtunk hozzá frissen készített KI-oldatot. A kiváló jódot nátrium-tioszulfát mérőoldattal ($c_T \text{ mol/dm}^3$) titráljuk és a fogyás $V_A \text{ cm}^3$ volt. A **B** esetben m_B tömegű mintát feloldunk KI-ot is tartalmazó 1 mol/dm^3 -es perklórsavban. A kiváló jódot tioszulfáttal ($c_T \text{ mol/dm}^3$) titráljuk, a fogyás $V_B \text{ cm}^3$ volt.

- a) Írd fel a $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ perklórsavas oldásának egyenletét!
- b) Írd fel a réz(II)ionok és a jodidionok között lejátszódó reakciót!
- c) Írd fel a tioszulfát és jodid reakcióját!
- d) Írd fel a $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ KI-os perklórsavban történő oldásának egyenletét!
- e) Add meg a p kiszámításához használható képletet a **A** és **B** vizsgálatok eredményének ismeretében!
- f) Add meg az x kiszámításához szükséges kifejezést!
- g) Határozd meg a HTS képletét, c_T koncentrációjú tioszulfát oldattal titrálva az **A** módszer szerint $m_A = 0,1134 \text{ g}$ -ra $V_A = 17,02 \text{ cm}^3$ volt a fogyás, míg a **B** módszernél $m_B = 0,1231 \text{ g}$ -ra $V_B = 22,17 \text{ cm}^3$ volt a fogyás!

(orosz feladat)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul
Szerkesztő: Sztáray Judit

Kedves Diákok!

A mostani számban megtalálhatjátok a következő fordításra váró angol szöveget. Áldott ünnepeket és kellemes fordítást kívánok:

Sztáray Judit
szj@elte.hu

Az második angol szöveg fordításának beküldési határideje:
2008. január 7.

A fordítást a következő címre küldjétek:

KÖKÉL Kémia Idegen nyelven

ELTE Kémiai Intézet

Sztáray Judit

1518 Budapest 112, Pf.: 32

Kitűzött fordítási szöveg

Trends of the Periodic Table

Period - a row of elements on the periodic table.

Group - a column of elements on the periodic table.

Atomic Radius - Atomic radius is simply the radius of the atom, an indication of the atom's volume.

Period - atomic radius decreases as you go from left to right across a period.

Why? Stronger attractive forces in atoms (as you go from left to right) between the opposite charges in the nucleus and electron cloud cause the atom to be 'sucked' together a little tighter.

Group - atomic radius increases as you go down a group.

Why? There is a significant jump in the size of the nucleus (protons + neutrons) each time you move from period to period down a group. Additionally, new energy levels of electrons clouds are added to the atom as you move from period to period down a group, making the each atom significantly more massive, both in mass and volume.

Electronegativity - Electronegativity is an atom's 'desire' to grab another atom's electrons.

Period - electronegativity increases as you go from left to right across a period.

Why? Elements on the left of the periodic table have 1-2 valence electrons and would rather give those few valence electrons away (to achieve the octet in a lower energy level) than grab another atom's electrons. As a result, they have low electronegativity. Elements on the right side of the periodic table only need a few electrons to complete the octet, so they have strong desire to grab another atom's electrons.

Group - electronegativity decreases as you go down a group.

Why? Elements near the top of the periodic table have few electrons to begin with; every electron is a big deal. They have a stronger desire to acquire more electrons. Elements near the bottom of the chart have so many electrons that losing or acquiring an electron is not as big a deal. This is due to the shielding effect where electrons in lower energy levels shield the positive charge of the nucleus from outer electrons resulting in those outer electrons not being as tightly bound to the atom.

Ionization Energy - Ionization energy is the amount of energy required to remove the outermost electron. It is closely related to electronegativity.

Period - ionization energy increases as you go from left to right across a period.

Why? Elements on the right of the chart want to take others atom's electron (not given them up) because they are close to achieving the octet. The means it will require more energy to remove the outer most electron. Elements on the left of the chart would prefer to give up their electrons so it is easy to remove them, requiring less energy (low ionization energy).

Group - ionization energy decreases as you go down a group.

Why? The shielding affect makes it easier to remove the outer most electrons from those atoms that have many electrons (those near the bottom of the chart).

Reactivity - Reactivity refers to how likely or vigorously an atom is to react with other substances. This is usually determined by how easily electrons can be removed (ionization energy) and how badly they want to take other atom's electrons (electronegativity) because it is the transfer/interaction of electrons that is the basis of chemical reactions.

Metals

Period - reactivity decreases as you go from left to right across a period.

Group - reactivity increases as you go down a group

Why? The farther to the left and down the periodic chart you go, the easier it is for electrons to be given or taken away, resulting in higher reactivity.

Non-metals

Period - reactivity increases as you go from the left to the right across a period.

Group - reactivity decreases as you go down the group.

Why? The farther right and up you go on the periodic table, the higher the electronegativity, resulting in a more vigorous exchange of electron.

Ionic Radius vs. Atomic Radius

Metals - the atomic radius of a metal is generally larger than the ionic radius of the same element.

Why? Generally, metals loose electrons to achieve the octet. This creates a larger positive charge in the nucleus than the negative charge in

the electron cloud, causing the electron cloud to be drawn a little closer to the nucleus as an ion.

Non-metals - the atomic radius of a non-metal is generally smaller than the ionic radius of the same element.

Why? Generally, non-metals lose electrons to achieve the octet. This creates a larger negative charge in the electron cloud than positive charge in the nucleus, causing the electron cloud to 'puff out' a little bit as an ion.

Melting Point

Metals - the melting point for metals generally decreases as you go down a group.

Non-metals - the melting point for non-metals generally increases as you go down a group.

Source:

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/4097/chem/chap4/periodictrends.html>

VERSENYHÍRADÓ



Tarczay György

Beszámoló a 39. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiáról

A 39. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát Moszkvában rendezték meg 2007. július 15. és július 24. között. A versenyre 66 országból érkeztek versenyzők. A korábbi résztvevők közül az egyiptomi delegáció és a kuvaiti diákok hiányoztak. Idén először vett részt megfigyelőként Fekete-Afrika egy képviselője, Nigéria.

Az utóbbi két évben Ázsiában (Tajvan és Korea) megrendezett olimpiák után az idei elsősorban a kiváló szakmai szervezésben tűnt ki. Mind a szervező Lomonoszov Egyetem munkatársai, mind az Oktatási Minisztérium és a szponzoráló cégek (pl. Lukoil, BASF, Du Pont, Basic Element) nagyon komolyan vették a versenyt. A nyitó- és záróünnepélyen pl. az egyetemi tanárok, rektor mellett az oktatási miniszter, és az ipari vállalatok képviselői is megjelentek, illetve ők adták át a díjakat.

A verseny laboratóriumi fordulója két feladtból állt. Az egyik egy biokémiai feladat volt, amelyben kromatográfiás elválasztást és spektrofotometriai elemzést kellett alkalmazni. A másik feladatban egy súrolópor kvantitatív összetételét kellett megállapítani klasszikus sav-bázis titrálás segítségével. Mivel az utóbbi feladattípus hagyományosan szerepel az OKTV versenyeken, ezért ezt a feladatot mind a négy magyar diák igen jó eredménnyel teljesítette.

A tavalyi versenyhez hasonlóan idén is nagyon szűk volt az 5 órás időkeret a 8 elméleti feladatra. Idén azonban nemcsak a feladatok mennyisége volt sok, de igen nehéz, gondolkodtató, ötletes feladatsort sikerült összeállítaniuk a szervezőknek. A feladatok nehézségét jelzi, hogy hosszú évekre visszamenőleg az idei olimpián voltak a legalacsonyabbak a

pontszámok.

A laboratóriumi és az elméleti forduló feladatainak magyar fordítása elérhető az olimpia magyar honlapján (<http://olimpia.chem.elte.hu>).

A magyar versenyzők eredményei:

- Pálffy Gyula , Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest
aranyérem
Középiskolai tanára: Albert Attila
- Lovas Attila, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest
ezüstérem
Középiskolai tanára: Villányi Attila
- Sárkány Lőrinc, Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged
ezüstérem
Középiskolai tanára: Bán Sándor
- Balázs Bálint, Árpád Gimnázium, Budapest
ezüstérem
Középiskolai tanára: Tóth Judit

A csapat a nem hivatalos pontversenyben a 9. helyen végzett, az európai csapatok közül csak Oroszország, Lengyelország és Németország szerepelt jobban. A magyar közoktatás jelenlegi állapotát tekintve ezt kimondottan jó eredménynek tartom.

A szép eredmény elsősorban a lelkes diákoknak és az őket önzetlenül segítő középiskolai tanáraiknak köszönhető, akik már évek óta készültek a versenyre. Mivel a verseny tematikája a magyar középiskolai kémia tananyagot jócskán meghaladja, ezért a jó szereplés érdekében elengedhetetlen a magasabb szintű felkészítés is. A magyar csapat szigorúan kéthetes előkészítőjét és válogatóját az ELTE Kémiai Intézete szervezte. A tágabb keretbe az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen és a tavalyi előkészítőn sikeresen szereplő diákokat, valamint a Középiskolai Kémiai Lapok levelező versenyének legjobbjaait hívtuk meg. Egy hét után a 26 főből 20-at hívtunk meg a második fordulóra. Mivel a megszokott felkészítő csapat legtöbb tagja ekkor már a hazánk által megrendezésre kerülő 40. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia feladatait tervezte, ezért a verseny tisztasága érdekében a felkészítést (beleértve a levelező versenyt) egy majdnem teljesen új csapat végezte: Benkő Zoltán, Fónagy Tamás, Gáspári Zoltán, Komáromy Dávid, Kramarics Áron, Lagzi László István,

Mátyus Edit, Mező Gábor, Perényi Katalin, Pongor Csaba, Szabados Ágnes, Szabó András, Szalay Roland, Tarczay György, Tóth Gergely és Varga Szilárd.

A 40. Nemzetközi Kémiai Diákolimpián való jó szereplés érdekében a felkészítőn kívül idén egyéb programokat is rendezünk az érdeklődő, lelkes diákok számára. Ilyen például az ELTE Kémiai Intézete által szervezett „Alkímia ma” című népszerűsítő előadássorozat. (Az előadássorozat programja a http://www.chem.elte.hu/pr/alkimia_ma.html honlapon található meg.) Annak érdekében, hogy a középiskolai diákok önállóan, vagy középiskolai tanáraik segítségével tudjanak készülni a versenyre, elkezdtük egy tematikus feladatgyűjtemény összeállítását is. Ebben az utóbbi olimpiák szisztematikus rendbe szervezett verseny, illetve felkészítő feladatain túl a középiskolai anyagon túlmutató elméleti anyagot is össze szeretnénk foglalni. A feladatgyűjtemény első internetes változata várhatóan február-március környékén lesz elérhető az olimpia magyar honlapján.

A magyar csapattal készült interjú az Élet és Tudomány folyóiratban fog megjelenni.

Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny **VERSENYKIÍRÁSA A 2007/2008-AS TANÉVRE**

A verseny meghirdetője: A Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztálya, a Szegedi Tudományegyetem, a Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium és az Oktatási Minisztérium

A verseny célja: a tehetséget felismerni, gondozni, a tehetség kibontakoztatását segíteni, növelni a természettudományos tanulás és tanítás hatékonyságát a magyarországi és a határon túli magyar oktatásban

Az Országos Tanulmányi Versenyek évenként megújuló, és bővülő szakmai rendezvények, fő céljuk a tehetségek felkutatása, a tehetség gondozása, és kiválasztása. A közoktatás egészére vonatkozó reformtörekvések kiemelt szerepet szánnak a tehetséggondozásnak, az alkotóképesség fejlesztésének, és kiterjesztésének. Az egyéni produktumokban tükröződik az iskolában folyó pedagógiai munka, a pedagógusok szakmai felkészültsége, az oktató munka hatékonysága.

Az Irinyi Verseny, mint a kémia oktatás eszköze évtizedek óta jelen van

Magyarországon és a határon túli magyar kémia oktatásban is egyedülálló szerepet tölt be. Egyrészt a tehetségekutatás eszköze, másrészt növeli a tanulás és tanítás hatékonyságát. A versenyfeladatok kiválasztásának alapelveit a következőképpen fogalmazhatjuk meg: A kitűzött feladat a versenyző tudásának mélységét és ne a mennyiségét mérje. Vagy a probléma megértése, vagy a megoldáshoz vezető út készítsen gondolkodásra. Úgy kell megválasztani a feladatot, hogy a kitűzött időn belül megoldható legyen.

A feladatok készítőinek célkitűzése, hogy a kommunikációs, a narratív, a döntési, a szabálykövető, a lényegkiemelő, a problémamegoldó, a kritikai, valamint a komplexitás és információk kezelésével kapcsolatos képességeket (kulcskompetenciákat) próbálja meg mérni természettudományos és azon belül kémiai szempontból.

Közvetett céljaink között szerepel, -tudván a versenyek visszahatnak a mindennapi oktatásra-, hogy az egész magyar kémiaoktatást befolyásoljuk a képességekőzpontú gyakorlat orientált tanítás irányába.

A verseny kategóriái :

Az I. kategóriába tartoznak a 9. évfolyam tanulói. Ezen belül az **I.a.** kategóriába tartoznak azok, akik legfeljebb heti 2 órában tanulták a kémiát. Az **I.b.** kategóriába soroljuk azokat a versenyzőket, akik a heti 2 óránál magasabb óraszámban tanulták a kémiát (a kémia, természettudomány, biológia-kémia és biológia tagozat emelt kémia órászámmal). **I. c.** kategóriában versenyezhetnek a vegyipari, környezetvédelmi és azon szakközépiskolák tanulói, amelyekben a kémia szakmai orientáló, alapozó tantárgynak tekinthető.

A II. kategóriába tartoznak a 10. évfolyam tanulói. Ezen belül a **II.a.** kategóriába tartoznak azok, akik legfeljebb heti 2 órában tanulták a kémiát. A **II.b.** kategóriába soroljuk azokat a versenyzőket, akik a heti 2 óránál magasabb óraszámban tanulták a kémiát (a kémia, természettudomány, biológia-kémia és biológia tagozat emelt kémia órászámmal). **II. c.** kategóriában versenyezhetnek a vegyipari, környezetvédelmi és azon szakközépiskolák tanulói, amelyekben a kémia szakmai orientáló, alapozó tantárgynak tekinthető.

A III. kategóriába tartoznak a 9. és 10. évfolyamban tanuló olyan szakközépiskolai vagy szakiskolai tanulók, akik 1 vagy 2 évig tanulták a kémiát.

A versenyben részt vesznek a határon túli magyar iskolák tanulói is.

A jelentkezés és a részvétel feltételei:

A versenyben részt vehet valamennyi magyarországi, és határon túli magyar középiskola nappali tagozatos 9-10. évfolyamos, ill. ennek megfelelő évfolyam tanulói és magántanulói. Az évhalasztást kapott tanulók az adott évben nem vehetnek részt a versenyen.

A tanulóknak versenyre az iskola igazgatójánál kell jelentkezni, aki a jelentkezett tanulók listáját a megadott határidőig továbbítja a Megyei Pedagógiai Intézeteknek.

A verseny témája, ismeretanyaga, felkészüléshez felhasználható irodalom:

Az elméleti verseny anyaga az általános- és közép- iskolákban tanult kémia, kategóriánként értelmezve, "az ember a természetben műveltségi területbe beágyazva". Az elméleti tudás terjedjen ki az alkalmazott és a környezeti kémiára és a kémia történetének magyar vonatkozásaira, legyen beágyazva az integrált természettudományos szemléletbe. A gyakorlati versenyen a logika készségek, eszközhasználat mellett a manuális készségek fejlesztését is igénylő elemzésben kell jártasságot bizonyítani. A felkészüléshez segítséget nyújtanak www.irinyiverseny.mke.org honlapon található anyagok és a Középiskolai Kémiai Lapokban megjelent ismertetők és feladatok.

A nevezés módja, határideje (levélcím, e-mail cím):

Az **iskolák igazgatói** megküldik a *Megyei Pedagógiai Intézeteknek* a versenyezni kívánó tanulók nevét kategóriánkénti bontásban **2007. december 17-ig**.

Nevezési díj: nincs van: 300Ft/ fő a döntőre

Fordulók (időpontok, helyszínek, esetleg a fordulók feladatainak rövid ismertetése):

Az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny iskolai, megyei (fővárosi), valamint országos fordulókából áll.

Az iskolai fordulót (1.) az iskola szervezi, bonyolítja le. A forduló csak írásbeli feladatból (elmélet és számítási feladat) áll, amelyet a Versenybizottság készít el, és a Pedagógiai Intézeteken keresztül kapja meg az iskola. Az írásbeli lebonyolítása a zárthelyik szabálya szerint történik. A szaktanári javítás után az iskolák igazgatói felterjesztik a Pedagógiai Intézetek által megadott pontszám feletti dolgozatokat a Pedagógiai Intézethez, ahol felülbírálják felterjesztett dolgozatokat és összeállítják a megyei fordulóba

behívandó tanulók névsorát. A forduló: írásbeli feladatlapból áll, hogy minél szélesebb tanulói réteget tudjon megmozgatni. A feladatlap két részből áll:

- ❖ *elméleti feladat*, amely a tanulók elméletiben elsajátított ismereteinek készség szintű alkalmazását hivatott mérni, számos ábrával, grafikon értelmezéssel, gyakorlati példákkal,
- ❖ *számolási feladatok*, amelyek a mindennapi élettel, gyakorlattal kapcsolatosak, a matematikai eszköztudás, az olvasás szövegértés és a kémiai ismeret kombinációja.

A **második forduló** írásbeliből és gyakorlatból áll, a Pedagógiai Intézet szervezi és bonyolítja le, (megyéenként egy helyszínen). A feladatlapot a Versenybizottság készíti el és juttatja el a Pedagógiai Intézeteknek. A javítást a Pedagógiai Intézetek által felkért megyei versenybizottság végzi, az eredmények alapján elkészítik az országos döntőbe jutott tanulók névsorát kategóriánként. A döntőbe nevezhető tanulókat a selejtezők eredményei alapján választják ki a Pedagógiai Intézetek, ill. Budapesten a Fővárosi Pedagógiai Intézet. A benevezhető megyei létszámot az előző verseny eredményeinek figyelembe vételével határozza meg a Versenybizottság és megküldi a megyei Pedagógiai Intézeteknek. A forduló: már nem csak írásbeli feladatot tartalmaz, hanem megjelenik mellette a *gyakorlati feladat is*, ezzel is jelezve a természettudományos tárgyak esetén szinte nélkülözhetetlen gyakorlati készségeket. Az **I.c.** és **II.c.** kategória középdöntőjének lebonyolítása nem a Pedagógiai Intézetek feladata, hanem a jelentkező szakközépiskolák egyikében történik. A középdöntő eredményének ismeretében a Versenybizottság választja ki a döntőbe kerülő tanulókat, amelyek létszáma független a megyei keretszámtól.

Az **országos döntőt** (3.) fordulót a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Szegedi Tudományegyetem szervezi, bonyolítja le. A döntő 3 napos, írásbelijén minden versenyző azonos feladatlapokat kap. A versenyző a tanulmányainak megfelelő feladatokat kiválasztja, és azokat oldja meg. A laboratóriumi gyakorlaton más-más feladatot kapnak a 9. illetve a 10. osztályos tanulók. A szóbeli nyilvános. Az értékelést és a rangsorolást a tantervi különbségeknek megfelelően, kategóriánként végzi a Versenybizottság.

A fordulók időpontja:

1. forduló: **2008. február 6.**
2. forduló: **2008. március 19.**

3. forduló: 2008. április 30 - május 2.**A VERSENY HATÁRIDŐI:**

Az *iskolák igazgatói* megküldik a *Megyei Pedagógiai Intézeteknek* a versenyezni kívánó tanulók nevét kategóriánkénti bontásban **2007. december 17-ig.**

A *Megyei Pedagógiai Intézetek* megküldik a versenyezni kívánó tanulók nevét iskoláját, kategóriánkénti bontásban. *Magyar Kémikusok Egyesületének* (Magyar Kémikusok Egyesülete, 1027 Budapest Fő u. 68., Tel: 201-6883, Fax: 201-8056, e-mail: irinyi@mke.org.hu) **2008. január 7-ig**

A *Versenyszakszabályzat* elkészíti a feladatlapot és egy példányban eljuttatja a *Pedagógiai Intézeteknek* **2008. január 29-ig.**

A *Pedagógiai Intézetek* továbbítják a feladatlapokat az *iskolákhoz* **2008. február 4-ig.**

Az *iskolai forduló lebonyolítása a zárthelyi vizsgák szabályai szerint* **2008. február 6-án, szerdán, 14-16 óráig.**

A *saktanári* javítás után az iskolák igazgatói felterjesztik a *Pedagógiai Intézet* által megadott pontszám feletti dolgozatokat a *Pedagógiai Intézet*-hez, kivéve az **I.c.** és **II.c.** kategóriát, melyeknek kijavított dolgozatait megküldik a *Magyar Kémikusok Egyesületének*, az Irinyi Versenyszakszabályzatnak (Magyar Kémikusok Egyesülete, 1027 Budapest Fő u. 68.)

2008. február 15-ig.

A *Pedagógiai Intézetek* által felkért versenyszakszabályzat (ill. **c** kategóriák esetében az Irinyi Versenyszakszabályzat) felülbírálja a felterjesztett dolgozatokat és összeállítja a megyei fordulóba behívandó tanulók névsorát és megküldi azt a *Magyar Kémikusok Egyesületének* **2008. február 22-ig.**

A *Magyar Kémikusok Egyesülete megküldi a Pedagógiai Intézetek* a megyei forduló feladatlapjait a tanulói létszámnak megfelelő példányszámban **2008. március 17-ig.**

A *megyei forduló lebonyolítása a Pedagógiai Intézetek által felkért iskolákban* **2008. március 19-én (szerdán) 9 -13 óráig.**

A *Pedagógiai Intézetek* a versenyek alapján elkészítik az országos döntőbe jutott tanulók névsorát kategóriánként. A névsort kiegészítik a kísérőtanárok névsorával, akik a döntő értékelő munkájában is részt vesznek. A két névsort megküldik az *Irinyi János Kémiaverseny Bizottságának* (Magyar Kémikusok Egyesülete, 1027 Budapest Fő u. 68.) és intézkednek a részvételi hozzájárulás befizetéséről **2008. április 1-ig.**

Az országos döntő, Szeged, **2008. április 30 - május 2.**

A továbbjutás feltétele, módja az egyes fordulókban:

1. fordulóban a szaktanári javítás után az iskolák igazgatói felterjesztik a Pedagógiai Intézetek által megadott pontszám feletti dolgozatokat a Pedagógiai Intézethez, ahol felülbírálják felterjesztett dolgozatokat és összeállítják a megyei fordulóba behívandó tanulók névsorát. Az I.c. és II.c. kategóriában versenyzők dolgozatait a Versenybizottság bírálja felül és dönt a második fordulóba hívásról.

2. fordulóban (megyéenként egy helyszínen) a javítást a Pedagógiai Intézetek által felkért megyei versenybizottság végzi, az eredmények alapján elkészítik az országos döntőbe jutott tanulók névsorát kategóriánként. A benevezhető megyei létszámot az előző verseny eredményeinek figyelembe vételével határozza meg a Versenybizottság és még az első forduló előtt megküldi a megyei Pedagógiai Intézeteknek. Az I.c. és II.c. kategóriákban döntőbe kerülő tanulók létszámát és névsorát a Versenybizottság állapítja meg.

Az eredmények közzétételének módja:

Az országos döntőn a verseny eredményhirdetése nyilvánosan és ünnepélyesen történik. A verseny eredmények felkerülnek az internetre a www.irinyiverseny.mke.org home page-en megtekinthetők, valamint a verseny teljes anyaga eredményekkel együtt megjelenik a Középiskolai Kémiai Lapokban.

Díjazás: Az országos döntőn a verseny eredményhirdetése nyilvánosan és ünnepélyesen történik, amikor kategóriánként, a létszámmal arányosan, 2-5 tanuló kap oklevelet, bronzplakettet és a versenybizottság előzetes javaslatának megfelelő tárgy és pénzjutalmat. További versenyzők írásbeli dicséretet kapnak a helyezésekért, illetve a kiemelkedő részeredményekért. A verseny egészére vonatkozó általános és szakmai értékek alapján a 1998-ban alapított, pénzjutalommal és egyéb értékes tárgyjutalommal járó **Irinyi-díjat** kap a legjobb 9. osztályos és a legjobb 10. osztályos tanuló. Külön díjazásban részesítjük a verseny valamelyik részében kimagasló teljesítményt elért tanulókat.

Kiemelt fontosságúnak tartjuk a tehetséggondozásban kimagasló szintű szakmai-emberi teljesítmények elismerését, ezért külön díjazzuk a legeredményesebb felkészítő pedagógusokat is.

A szervezők elérhetősége:

Magyar Kémikusok Egyesülete, 1027 Budapest Fő u. 68., Tel: 201-6883, Fax: 201-8056, e-mail: irinyi@mke.org.hu.

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait 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 52 512 900 / 22581-es mellék.

Dobóné Tarai Éva

Interaktív tábla a kémiaórákon – Az első tapasztalatok

Kezdetek

Az első interaktív tábla februárban érkezett meg iskolánkba egy HEFOP pályázatnak köszönhetően. A felmerülő lehetőségek mérlegelése után végül a kémia – fizika előadóba szerelték fel, nagy megelégedésemre. A kezdeti bátortalan próbálkozások után, mára szakmai kapcsolatunk zökkenőmentes, és a tábla a mindennapok részévé vált.

Külső kényszerítő tényezők miatt nagyon hamar használatba kellett vennem és rövid időn belül megfelelő rutinra szert tennem. Mivel korábban elképzelhetetlen lehetőségek birtokába jutottam általa, ez egyáltalán nem volt kedvem ellen való, sőt. Az egyetlen gondot az idő véges volta okozta. Bár az elmúlt hónapok alatt sikerült összeszoknunk, az időráfordítás mégsem csökkent. Korábbi tapasztalataimhoz hasonlóan, ha valamivel kicsit mélyebben kezdtem foglalkozni, mindig újabb és újabb kapuk nyíltak ki, amelyeken, muszáj volt belépnem. Így jártam az interaktív táblával is.

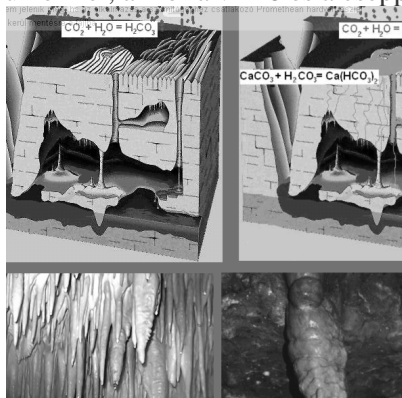
Jelen

Kezdetben egyszerűen a következő napi táblavázlataimat készítettem elő a flipchartokon. Játszottam a szoftver által nyújtott lehetőségekkel, hátterek, mintázatok, beilleszthető képek, betűtípusok, a megjelenés végtelen variációs lehetőségei. Élveztem, hogy az osztállyal szembe fordulva magyarázhatok, beszélgetünk, kérdéseket tesznek föl, pörög az óra. Anyaggyűjtés közben olyan képekre, filmekre, animációkra bukkantam, amelyekről feltételeztem, hogy motiváló hatásúak lesznek a tanítványaimra. A vas- és acélgyártás (kémia 8. osztály) tananyaghoz például a nagykohóban a nyersvas csapolását bemutató képet a szikrázva ömlő nyersvasról, vagy az acélgyártáshoz használt konverterről. Természetes, hogy szóba került az ipari forradalom, az 1952-es londoni szmog, a földrajzórán megtanult Ruhr - vidék térképe és néhány fénykép is. A vasgyártás magyarországi vonatkozású képei sem maradhattak el. Az ómassai Őskohó, Diósgyőr, Dunaújváros képe és persze Fazola Henrik és a gyönyörűséges, allegorikus alakokkal díszített barokk kapu é az egri megyeházán. A kalcium és vegyületei tanításánál megint rengeteg koncentrációs lehetőség adódott. Magyarország térképén bejelöltük a mészkőhegységeket, elvégeztük a reklámokból is ismert, tehát gyerekek számára is ismerős vízkeménység-mérést tesztsík segítségével. Újabb térkép a magyarországi vizek keménységéről, problémafelvetés, közös gondolkodás, mi okozza a vízkeménységet? Miért baj? Baj-e egyáltalán? Szalagcímen beúszik Kovács Lajos mosógépszerelő kérdése, mindenki felélénkül, jó a kémia a mindennapokról is szól? (1. ábra)



1. ábra: Táblakép részlet a vízkeménység témakörből

Színes PowerPoint bemutató segítségével megnézzük a lehulló csapadék útját a mészkőhegységben, közben irányított feladatlappal, csoportokban dolgozva megállapítjuk milyen kémiai reakciók zajlanak az Aggteleki-karszt belsejében és hogyan keletkezhetett a Baradla-barlang (2.ábra). A szöveges válaszig mindenki eljut, az elvontabb gondolkodást igénylő egyenletírásig csak kevesen, de jutalmul mindenki megnézheti a szépséges Csillagvizsgáló cseppkő képét. [1]. Természetesen előkerülnek közös élmények is, a tavalyi táborosokkal együtt is láttuk, életnagyságban. Újabb kérdések merülnek fel, akkor a vízkő és a cseppkő ugyanaz?



2. ábra: A víz útja a mészkőhegységben

Tanulókísérletek következnek, vegyszerekkel, háztartási vízkőoldóval, ecettel, citromlével is kipróbáljuk a vízkőoldást. Minden csoport jegyzőkönyvet készít a tapasztalatokról az eredményeket a közös táblán is feltüntetjük. Mindenki szeret a táblára írni, csoportonként kiválasztják milyen színt szeretnének használni (elvégre már nyolcadikosok!), de nagy kedvencük a radír eszköz. Hamar eljutunk a környezetvédelemhez és a takarékosághoz. Ha az ételecet is hatásos, miért használnánk gorombasósavat, vagy méregdrága Cillitet? Adódik a lehetőség egy kis project munkára, most kizárólag önkéntes alapon. Közvéleménykutatás a vízkőoldó szerek használatával kapcsolatban, melynek során számítógéppel készítik a kérdőíveket (Microsoft Word), a kapott adatokat rendszerezik, táblázatba foglalják (Microsoft Excel), és kiselőadásban mutatják be az eredményeket és következtetéseiket (PowerPoint) – természetesen az interaktív tábla használatával. Egy kis biológia is szóba kerül: hogyan is van ez a csontokkal és a vízben oldott kalcium - sókkal?

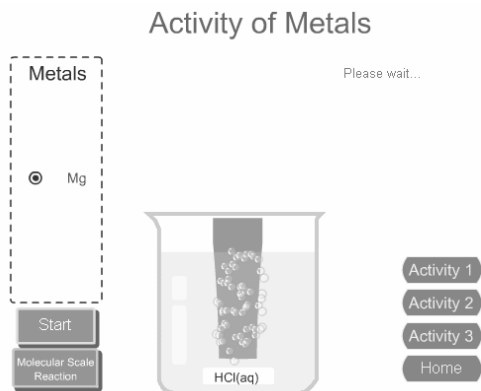
A tanári magyarázathoz bemutatott képek lehetnek egyszerűen motíváló hatásúak, hordozhatnak érzelmi tartalmat is, segíthetnek a tantárgyak közötti koncentráció megvalósításában, a tananyag integrálásában. Az ábrák másik része kifejezetten didaktikai szerepet játszik, a megértést segíti. A nyersvas csapolásáról készült kép esztétikai élményeket is nyújthat, a vaskohóban lejátszódó reakciókat mégis egy folyamatábra, vagy animáció segítségével tehetjük érthetőbbé. A szén körforgásáról például didaktikus írásvetítő fóliák készültek, mégis a statikus képek kivetítése helyett hatásosabb a Sulinetről letölthető kisfilm Feriről, a szénatomról, akinek viszontagságos útját mi magunk (mármint a gyerekek) szabhatjuk meg [2]. Kipróbálhatjuk, hogy megkötik a zöld növények a fotoszintézis során, lelegetik az állatok, majd kilélegzik és visszakerül a légkörbe, esetleg a vízcicsa eszi meg a levelet Feristül és beépül a mészvázba, hogy majdan kőzetalkotó legyen. (3. ábra)



3. ábra: „Feri” a szénatom

A kémiai folyamatok megértését remek animációs filmek segítik, melyek lehetőséget biztosítanak arra, hogy megmutassuk a kémiának azokat a részeit, amelyek az egyik legelvonatabb és legnehezebben tanulható (és mint ilyen, legkevésbé szeretett) tantárggyá teszik. Pl. a fémek oldódása sósavban kísérlet rendkívül egyszerűen kivitelezhető, csempekísérlet

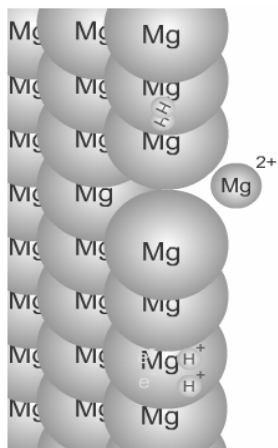
formájában, tanulókísérletként megvalósítható kísérletsorozat. Nem veszélyes, kis mennyiségű anyagokat igényel, így kevésbé környezetszennyező, a klasszikusan használt sósav háztartási ecettel kiváltható, tehát megfelel a „zöld kémia” elvárásainak is. Nem mellékes, hogy mindig sikerül. A gyerekek közvetlenül megtapasztalják a gázfejlődést, pezsgést, illetve a hidrogénnél kisebb redukálóképességű fémek esetében ennek elmaradását. És a többség számára itt abba is marad az óra lelkesítő része. A közvetlen tapasztalatokról ilyenkor váltunk át az elvont jelölések, képletek, egyenletírás szintjére, ami tapasztalataim szerint bizonyos gyerekek számára ebben az életkorban meglehetősen nehéz, sőt megoldhatatlan feladat. Egy angol nyelvű honlapon [3] talált interaktív animációs film viszont éppen a kimaradt szintet, a valóság modellezését mutatja be. (4. ábra). A kisfilmen megfigyelhetjük a gázbuborékok keletkezését, és ahogyan szépen eltávoznak a reakciótérből. Az is látszik azonban, hogy eközben a savba merített magnézium lapocskára (cink, alumínium, stb. – én – mármint a gyerekek – választhatom ki melyik) egyre keskenyedik.



4. ábra: Magnézium és sósav reakciója

Ha akarom, még beljebb mehetek, itt már a gazdát cserélő elektronok is láthatók, és ezzel a képsorral együtt jelennek meg a reakcióegyenlet lépései, majd végül a rendezett kész egyenlet. (5. ábra)

5. ábra: A reakció atomi szintű modellje



A film újra játszható, a kémiai fogalmak különböző szintjei a közvetlen megfigyeléstől a modellen keresztül az elvont fogalmakig és jelölésekig egyszerre figyelhetők meg, mindez néhány perc alatt és tapasztalatom szerint sokkal hatékonyabban, mint ahogyan az a tábla nélkül történt volna. Hasonlóan kiválóak és a jobb megértést segítik azok az ingyenesen letölthető programok, amelyekkel molekulamodellek animációi készíthetők el. Mozgatásukkal szemléletesebbé tehető a molekulák térszerkezete, miközben természetesen a gyerekek is megépítik a maguk modelljeit, és összehasonlításokat tehetnek a

táblai képpel.

Látható, hogy a tábla nemcsak a frontális munka kiegészítő díszlete és egy szép, új játékszer, hanem a tanári magyarázatot segítő eszköz is. Nagyon szívesen használom gyakorláshoz, ismétléshez. Itt is sok lehetőség kínálkozik, legegyszerűbb, amikor az évek során összegyűlt feladatbankomból választok néhány már meglévőt és a Word dokumentumot képfájlként beillesztve a megfelelő méretűre formázom. Rögtön két példányban készítem, a második lesz a megoldókulcs és két egymás utáni flipchart-oldalra másolom őket. Nagyon meggyorsítja az önellenőrzést, a házi feladat javítását, sok esetben a drága és anyagigényes fénymásolás is kiváltható a segítségével. Gyakran a táblaszoftver segítségével készítek feladatokat, amelyeket a „drag and drop” módszerrel oldunk meg, de szívesen végeznek a gyerekek ábraelemzést, vagy szöveg-kiegészítést is az interaktív táblán (6. ábra). A gyerekek kedvence a rejtvényfejtés. A rejtvénykészítésre is változatos lehetőségek kínálkoznak: magyar és angol nyelvű rejtvénykészítő programokat is használok.



6. ábra: „Fogd és vidd” típusú feladat táblaképe

A megoldás is többféle lehet: vagy fénymásolatban megkapják a rejtvényt és önállóan, vagy párban dolgoznak és a táblán csak a megoldást vetíttem ki önellenőrzés céljából. Jobban szeretik — bár időigényesebb, amikor a lebegő billentyűzetet használva oldjuk meg a feladatot. Érdekeesebb, ha egymást szólíthatják ki a táblához, vagy két csapatban felváltva, más - más színt használva válaszolnak a keresztrejtvény, vagy a lyukas mondat kérdéseire. (7. ábra).

Rejtőzködő fémek

C	I	N	K	A	É	V	K	R
A	R	A	N	Y	K	A	Á	É
L	Ó	L	O	M	G	S	L	Z
U	R	A	N	F	K	L	I	É
M	H	K	A	L	C	I	U	M
I	D	A	T	R	O	M	M	Á
N	R	K	R	O	M	H	U	L
I	E	H	I	G	A	N	Y	O
U	H	Z	U	F	O	G	D	Ó
M	V	E	M	A	N	G	Á	N

Megoldás:

C	I	N	K	A	É	V	K	R
A	R	A	N	Y	K	A	Á	É
L	Ó	L	O	M	G	S	L	Z
U	R	A	N	F	K	L	I	É
M	H	K	A	L	C	I	U	M
I	D	A	T	R	O	M	M	Á
N	R	K	R	O	M	H	U	L
I	E	H	I	G	A	N	Y	O
U	H	Z	U	F	O	G	D	Ó
M	V	E	M	A	N	G	Á	N

7. ábra: Betűrejtvény és a megoldás

Feladatlapplal támogatott csoportmunkához, a csoportok beszámolóhoz, project feladatok bemutatásához is használjuk a táblát. A csoport

tok dolgozhatnak egymás után, vagy egyszerre, pl. úgy, hogy differenciált feladatokat kapnak, és amíg az osztály többsége dolgozik az egyéni, vagy csoportos feladatán, néhányan több szem közt a táblánál tanulunk. Megosztható a tábla kisebb területekre, akár úgyis, hogy minden csoportnak más feladatot vetítünk ki, aki éppen elkészült, felteszi, írja, rajzolja a megoldását, ötletét, javaslatát. Ha mindenki elkészült, lehet hasonlóságokat keresni, érvelni, meggyőzni egymást, vitakultúrát fejleszteni. Ebben a műfajban legsikeresebbek a project hét zárásaként tartott tanulói előadások voltak.

Jövő

Az ismert konstruktivista felfogás szerint a tanulási folyamat nem egyszerűen az információ befogadását jelenti, hanem egy nagyon hosszú, fáradságos utat, amelynek során az új ismereteket a korábbi tapasztalataink alapján létrehozott tudásszerkezetünkhöz illesztjük, megkonstruáljuk a tudásunkat. Természetesen mindenki egyedi kognitív struktúrával rendelkezik, előélete, és megelőző tapasztalatai alapján, ugyanazt az új jelenséget, fogalmat saját értelmező rendszerétől függően, egyedi módon látja. Gyakori jelenség, hogy az új információ olyan tudáselemeket tartalmaz, ami a meglévő magyarázó rendszer segítségével nem értelmezhető. Ilyenkor, annak érdekében, hogy a belső egyensúly fennmaradjon, gyakran olyan magyarázatokkal élünk, ami a tudomány jelenlegi álláspontja szerint hibás, a szakirodalom szóhasználata szerint tévképzetek, alternatív gondolkodási keretek alakulnak ki. Amikor egy osztályban például egy elvont kémiai fogalom tanításába kezdünk, vagy akár csak egy számunkra egyszerűnek tűnő kísérlet magyarázatát kérjük a gyerekektől, egyáltalán nem mellékes, milyen megelőző tudással rendelkeznek a tanítványaink. Előfordulhat, hogy egy osztálynyi gyerekek ugyanennyi féle elképzelése van, és a tanári magyarázatot is ugyanennyi féleképpen értelmezik. Valószínűleg nem derül ki számunkra ez az értelmezési különbség, esetleg csak egyszerűen egy hibás válaszként értékeljük feleléskor, vagy dolgozatíráskor. Sok esetben még a válaszok is helyesek, valójában mégsem történik meg a fogalmi váltás, vagyis az új ismeret rögzítése. Sokan a gyakorlás, a tanári elvárások alapján megtanulják az elvárt megoldásokat, algoritmust, és különösebb belső meggyőződés nélkül válaszolnak, bizonyos típusú kérdések „előhívják” a tanár által megkívánt választ. Az értelmes tanulásnak az lenne a célja, hogy a tanulási folyamat végére egy egységes, konzisztens gondolkodási rendszerrel rendelkezzenek a tanítványaink az adott témakörben, vagy tudományterületen, aminek segítségével

tudományos szempontból helyes válaszokat képesek adni a környezet eseményeire, jelenségeire. [4,5]. A tévképzetek feltárásában és a lehetséges terápiában nagy szerepe lehet az interaktív táblának és a hozzá kapcsolódó egyedi tanulói értékelési rendszernek. Mivel anyagi források híján iskolánk még nem rendelkezik ACTIVote-tal, csak elképzeléseimre és olvasmányélményeimre támaszkodhatom ezzel kapcsolatban. Ha lehetőség lenne nemcsak tanév elején, pl. egy hagyományos, nyomtatott feladatlappal tájékozódni a tanulók megelőző ismereteiről, hanem minden témakör, vagy akár minden óra elején kikérhetnénk a gyerekek véleményét és tájékozódhatnánk az egyéni álláspontjukról, gyors képet kaphatnánk bizonyos típusú tévképzetek előfordulásáról és gyakoriságáról. Ha tisztában vagyunk a gyerekek nézeteivel, kialakíthatjuk azt a megfelelő tanítási stratégiát, ami a leghatékonyabb, mert a legjobban kapcsolódik a fogalmi rendszerükhöz.

Természetesen az egyéni értékelés lehetősége a gyors számonkérés, az azonnali visszajelzést is segíthetné, és módot adna a tanárnak a tanulási folyamatba történő gyors beavatkozásra, módosításra, korrekcióra. A számszerű értékelés megkönnyítése mellett sokkal fontosabbnak érzem a visszajelzést és korrekciót, a gyerekek önértékelését, a tanulni akarás érzésének megőrzését, fejlesztését.

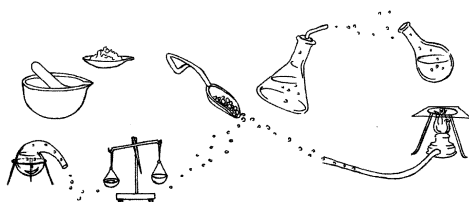
További két területen tulajdonítok nagy jelentőséget az interaktív tábla használatának. Mivel a tudományos, technikai haladás üteme gyorsabb lett, mint a nemzedékváltás ritmusa, az iskolának új válaszokat kell találni a felmerülő kérdésekre. Az, hogy a beláthatatlan ismeretanyagból melyek azok az alapvető tények, összefüggések, gondolati rendszerek, amelyeket kötelezően megtanítunk a közoktatásban társadalmi konszenzus eredményeként fog kialakulni. A pedagógus megváltozott szerepében sokkal nagyobb hangsúlyt kap annak a megtanítása, hogy az ismerethalmazban hogyan tájékozódjanak a gyerekek, hogyan rendszerezék és használják fel ésszerűen, hatékonyan, megfelelő kritikával szemlélve az információkat, annak érdekében, hogy felelős döntéseket tudjanak hozni, például egy majdani atomerőmű építésével kapcsolatos népszavazás során. A korszerű oktatási segédeszközök lehetőséget biztosítanak az olyan közösségi szintű szerepek gyakorlására, mint az érvelés, meggyőzés, vita, ismeretek megszerzése, logikus rendszerbe állítása valamilyen cél érdekében. És ez a másik terület, ahol az IKT kiemelt szerephez jut. Mindannyiunk közös érdeke, hogy a jelenlegi gazdasági és társadalmi környezetben felnövő következő nemzedék tagjai képesek legyenek együttműködni,

kipróbálják, megtapasztalják, megtanulják az együttműködéshez szükséges készségeket, kompetenciákat, szerepeket. A kollaboratív tanulási környezet kialakításának alapvető feltételei a korszerű informatikai és oktatási segédeszközök. Nagy előrelépés lenne, ha valóban napi gyakorlattá válhatna az „elektronikus palatábla” alkalmazása, de természetesen a technikai fejlődés módszertani és szakdidaktikai megújulás nélkül hatástalan. A megújulásnak pedig nemcsak egy-két sikeres project keretében, vagy innovatív iskola működésében kell tükröződnie, hanem általánossá kell válnia.

Irodalom:

- [1] Kapitány János kémia – biológia szakos tanár szóbeli közlése és képei felhasználásával
- [2] <http://www.sulinet.hu/biosz/szen/szenforgas.htm>
- [3] <http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/f lashfiles/redox/home.html>
- [4] Nahalka István (1997): Konstruktív pedagógia — (egy új paradigma a láthatáron III.). Iskolakultúra, 7 (4) 3-20.
- [5] Barker, V (2002): Beyond appearances: Students’ misconceptions about chemical ideas. Royal Society of Chemistry, 22-41.

„Határtalan kémia...”



Rovatindító gondolatok

Az utóbbi években mindnyájan tanúivá váltunk (és részesei is lehetünk!) annak a folyamatnak, amely során hazánk elfoglalja helyét Európában. Magyarországnak soha nem voltak még a mostaninál kedvezőbb esélyei arra, hogy nemcsak gazdasági értelemben, de a tudomány, az oktatás, a művelődés és kultúra területén is a többi Európai Unió tagállam egyenrangú partnere legyen. Kinyílt a világ, egyre többen utazunk távoli országokba, s egyre gyakrabban fogadunk itthon külföldi látogatókat. Egyre többen kapunk lehetőséget arra, hogy körülnézzünk, mit és hogyan csinálnak a más országokban élő emberek; tanuljunk tőlük és megmutassuk nekik, hogy mi magunk mi mindenre vagyunk képesek.

A szerkesztő: Dr. Szalay Luca

Science in School – az európai természettudományos oktatásról

A fentiekben említett tapasztalatcsere alapja az információk szabad és gyors áramlása, amelyet technikailag az információs és kommunikációs technológia vívmányai tesznek lehetővé, s a magyar fiatalok utóbbi időben javuló idegennyelv-ismerete is segít. Ennek az információcserének Európa-szerte újabb és újabb fórumai nyílnak, melyek az Unió testének szövetét élővé teszik. A kémia tanítása és tanulása szempontjából ennek igen fontos példája a *Science in School* című negyedévente megjelenő folyóirat. Szerkesztése és megjelentetése az Európai Unió által finanszírozott *NUCLEUS* projekt kereteiben végzett non-profit tevékenység. A hét kormányközi természettudományos kutatással foglalkozó szervezet együttműködése révén létrejött *EIROforum* publikálja. A folyóiratban megjelenő minden cikk és közlemény szabadon elolvasható, letölthető és

kinyomtatható a www.scienceinschool.org weboldalról, sőt közülük egyre több cikk elérhető ugyanitt magyar fordításban is. A folyóirat nyomtatott verziója alkalmanként 30 000 példányban jelenik meg, s e-mailben továbbított kérésre (editor@scienceinschool.org) térítésmentesen küldenek belőle a megadott címre.

A *Science in School* az újító szellemű természettudományos oktatást kívánja népszerűsíteni Európában. Olyan embereket, tananyagokat, kutatási eredményeket, projekteket és eseményeket mutat be, akik és amik mind ugyanazt a célt szolgálják: érdekesebbé, izgalmassá teszik a tanítást és tanulást. Az alábbiakban – kedvcsinálóként – néhány kémiát (is) érintő cikkről közlök rövid összefoglalókat.

Példák a legfrissebb (2007 őszi) szám cikkeiből

14-19. old.: A „*Recovering Pompei*” című cikk a „*Cutting edge science*” rovatban azt mutatja be a diákoknak, hogy hogyan lehet a modern analitika eszközeivel fényt deríteni az ókori Pompei rég eltemetett titkaira. Röntgensugár-fluoreszcencia vizsgálatokkal ugyanis meghatározható a falfelületet takaró festékek elemi összetétele, ami viszont hatással van például a festmények élettartamára is.

36-40. old.: A „*Monastic ink: linking chemistry and history*” című cikkben egy olasz kolléga mesél egy projektmunkáról, amelynek során azt derítette fel a diákjaival, hogyan készítették a szerzetesek a számukra oly fontos jó minőségű tintákat. A fiatalabb (14-15 éves diákok számára ajánlja a laboratóriumi munkát, ami során elkészül maga a tinta, míg az idősebb (17-18 éves) diákok már megpróbálhatják megérteni és fiatalabb társaiknak is elmagyarázni, hogy milyen kémiai folyamatok mennek végbe ennek során.

Szemezgetés a 2007 nyári számban megjelent cikkek közül:

12-14. old.: Az „*Awards, rewards and onwards*” című cikk a 2. *Science on Stage* fesztivál alkalmával díjazott projekteket és szerzőiket mutatja be. Megtudhatjuk, hogy honfitársunk, **Köllő Zoltán** munkáját negyedik helyezésre és jelentős (1000 €) pénzjutalomra találták érdemesnek, mert jól használható és olcsó modelleket mutatott be, amik a nagyon kicsi és a nagyon nagy méretekben végbemenő folyamatok elképzelésében segítik a diákokat. Ki gondolná, hogy a magfúzió néhány csepp vízzel is ügyesen

modellezhető? **Patric Pacella** (Luxemburg) pedig CERN díjat kapott a könyvekben, DVD-ken és CD-ken megjelentetett videó kísérleteket tartalmazó, s bármely iskolában jól alkalmazható adatbázisáért.

17-18. old.: A „*Second European Science Festival: WONDERS 2007*” cikkből megtudhatjuk, hogy a *European Science Events Association* által koordinált és az Európai Bizottság által finanszírozott *WONDERS* projekt égisze alatt (amely idén 24 állam 31 intézménye részvételével zajlik) a természettudományokat népszerűsítő kísérleteket bemutató előadásokat lehet eljuttatni távoli országok városaiba. Az észtországi Tartu egyetemi város például a görögországi Tesszalonikibe küldi tudósait, hogy bemutassák a természettudományok általuk fantasztikusnak talált csodáit, míg a görögök Madridba mennek... A katalán Gaudi nevű építész által tervezett különös mechanikus szerkezetet e projekt keretében mutatták be 2006-ban Budapesten is. Érdemes tehát néha ellátogatni friss hírekért a www.euscea.org honlapra.

48-51. old.: A „*Science Learning Centers: training for teachers*” című cikk egy angliai intézményhálózat születéséről és működéséről számol be. A Science Learning Center hálózatot a folytatódó tanártovábbképzések elősegítésére hozták létre, aminek megvalósítása egyébként Európa-szerte minden országban problémát jelent. Angliában különösen kedvezőtlen a helyzet abban a tekintetben, hogy a természettudományokat oktató tanárok hiánya miatt a 16 éves kor alatti diákoknak gyakran olyan kollégák tanítanak bizonyos tantárgyakat, akiknek az adott tárgy nem volt főtárgyuk saját felsőoktatásbeli tanulmányaik során. A Science Learning Center intézményhálózat ezért gyakorlati jellegű továbbképző kurzusokat valósít meg, ahol a tanárok képességfejlesztése és új oktatási segédanyagokkal való megismertetése folyik. A kutatókkal, ipari szakemberekkel és tudományos szervezetekkel való együttműködés lehetővé teszi, hogy a kurzusok szellemileg stimulálók, kreativitásra ösztönzők legyenek mind a természettudományok legújabb eredményeinek bemutatása, mind pedig a tanárok mindennapi munkájának gyakorlatban fölmerülő problémái tekintetében.

74-77. old.: A „*Twenty First Century Science: developing a new science curriculum*” című cikk a természettudomány-oktatás új, Anglia és Wales területén 2006 szeptemberében bevezetett tantervének szerkezetét mutatja be. Mivel a természettudományok iránt érdeklődő diákok száma Angliában is csökkent, egy nagyhatású tanulmány, a „*Beyond 2000*” (Millar & Osborn, 1998) nyomán új, kísérleti jellegű tantervszerkezet kidolgozása és

kipróbálása kezdődött el. Ez a kötelező természettudomány-oktatás során a hangsúlyt a természettudományos alapműveltség („*scientific literacy*”) megszerzésére helyezi. A mai társadalmunkban ugyanis olyan „átlagemberekre” van szükség, akik értik mindazt, amit a természettudományok tanítanak a minket körülvevő világ fontosabb folyamatairól, s ezek mindennapi életünkre gyakorolt hatásáról, képesek önállóan megérteni, és intelligensen megvitatni a médiában közölt, ill. saját életükben fölmerülő természettudományokkal kapcsolatos problémákat, valamint alkalmasak arra, hogy ilyen ügyekben felelősen döntést hozzanak (pl. egy népszavazás alkalmával). Ezért a kötelező természettudományos oktatást két fő részre osztották. A „*Science explanations*” tartalmazza a természettudományok által fölhalmozott tudás hétköznapi emberek számára is fontos részét (pl. a vegyi anyagokról és a kémiai folyamatokról). Az „*Ideas about science*” viszont magának a tudomány természetének, társadalmi vonatkozásainak megértését tűzi ki célul. Azok a diákok, akik természettudományos irányban tanulnak tovább, választhatnak, hogy inkább az elméleti jellegű úton haladnak-e tovább („*GCSE Additional Science*”) vagy az iparban és egyéb területeken alkalmazott természettudományokkal („*GCSE Applied Science*”) szeretnének foglalkozni. A cikk szerint a tanároktól az eddigiekben többségében nagyon pozitív visszajelzések érkeztek az új tanterv bevezetéséről, annak szemléletmódjáról és a vele együtt rendelkezésre bocsátott oktatási segédanyagokról.

Remélem, hogy ezzel a kis ízelítővel sokaknak sikerült kedvet csinálnom ahhoz, hogy ellátogassanak a www.scienceinschool.org weboldalra. Mindenkinek kellemes időtöltést kívánok!

Az előző számban megjelent PROBASE projekt ügyben érdeklődők hozzám fordulhatnak e-mailben!

Dr. Szalay Luca

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Kémiai Intézet

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

Levélcím: 1518 Budapest 112, Pf. 32.

Tel: 20-90-555/1517

Fax: 372-2592

E-mail: luca@chem.elte.hu

Weboldal: www.chem.elte.hu