

Kele Péter

Fluoreszcens szenzorok

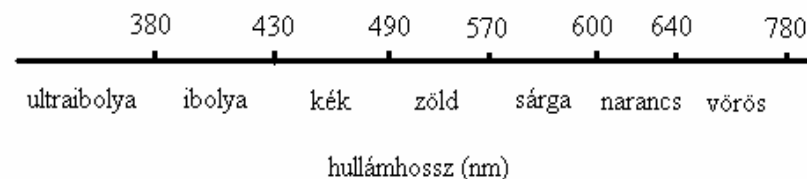
1. Bevezetés

A kémiai információ, azaz egy adott minta összetevőinek azonosítása és mennyiségi jellemzése, rendkívül fontos helyet foglal el társadalmunkban. Az analitikai kémia fejlődése hihetetlen mértékben kibővítette a környezetünkben nyerhető kémiai információ mennyiségét és minőségét. A környezet összetevőinek analizálására különféle szenzorokat (érzékelőket) fejlesztettek ki. Gyorsuló világunkban, a folyamatosan növekvő igény kielégítésére válaszolva a szenzortechnológia folyamatosan fejlődik. A fejlesztés új irányait három általános trenddel lehet jellemezni: automatizálás, miniatürizálás és egyszerűsítés. Kiemelt fontosságúvá válnak a gyors, megbízható és valós idejű kémiai információt szolgáltató analitikai eszközök és mérés technikák. Ilyen fejlődési irányt képviselnek a fluoreszcencia jelenségén alapuló szenzorok. A fluoreszcens szenzorok érzékelésben előszeretettel történő alkalmazása elsősorban nagy érzékenységüknek, kibekapcsolhatóságuknak, könnyű érzékelhetőségüknek, jó tér és időbeli felbonthatóságuknak köszönhető. Az alábbiakban ezen tudományterület legfontosabb irányai kerülnek bemutatásra.

2. A fluoreszcencia jelensége

1 Egyes vegyületek oldatait fénnel besugározva azok világítani kezdenek. Ez különösen akkor látványos, ha egy színtelen oldatot ultraibolya (200-400 nm hullámhossz-tartományba eső fény), azaz szabad szemmel nem látható fénnel besugározva az oldat színesen kezd világítani. Ez a jelenség a fotolumineszcencia, melynek egyik formája a fluoreszcencia. A folyamat során a besugárzott fénnel gerjesztett állapotba juttatjuk a molekulákat, amelyek ezt követően igyekeznek megszabadulni a többlet energiától. Ezt többféleképpen megtehetik, pl. mozgási-, rezgésienergiájuk átadásával, illetve fotonok kibocsátásával, azaz fény kisugárzásával. A gerjesztő (abszorbeált) és a kibocsátott (emittált) fényről azt kell tudnunk, hogy az előbbi mindig nagyobb energiájú (rövidebb hullámhosszú), mint a kibocsátott fény energiája. Az

emittált fény tehát mindig a spektrum vörösebb tartományába esik (1. ábra).



1. ábra. A látható fény spektruma

3. Fluoreszcens szenzorok

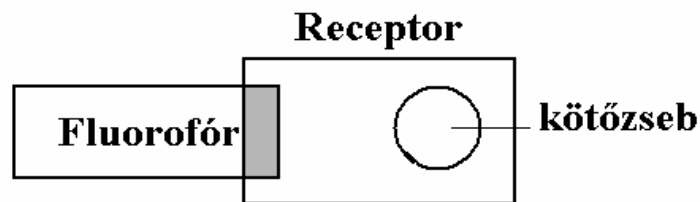
A fluoreszcens szenzorok olyan szerves vegyületek, melyeknek fotofizikai tulajdonságai érzékenyek a környezet változásaira. Az ilyen érzékelő vegyületek (gazdamolekulák, *host*) mindegyikére jellemző, hogy megtalálható bennük egy, az érzékelni kívánt vendégmolekulára (*guest*) szelektív receptor és a jelkibocsátásért felelős fluorofór egység. A két felépítő egység közti információátvitel módja az közötti különbség az, ami alapján a különféle szenzorcsaládokat csoportosítjuk.

A szenzorokkal szemben támasztott követelmények közül a legfontosabbak, a nagy szelektivitás és érzékenység (alacsony mérési alsóhatár), a gyors működőképesség (rövid válaszidő) és a hosszú élettartam. Fontos megemlíteni, hogy a szenzorok működését szabályozó folyamatok általában reverzibilisek, ami biztosítja a szenzorok ismételt felhasználhatóságát, folyamatos üzemmódú alkalmazását.

A továbbiakban tekintsük át néhány szenzortípus működési elvét, felhasználhatóságát.

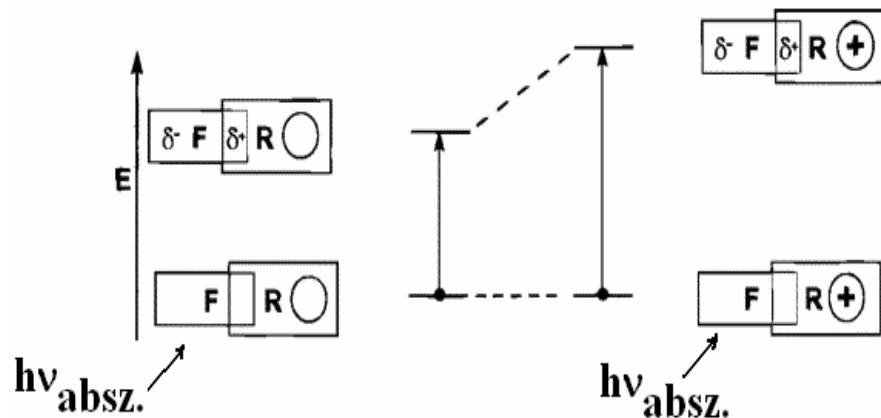
3.1. Belső töltésátviteli szenzorok

A fluoreszcens szenzorok egyik legfontosabb családja az ún. belső töltésátviteli (*internal charge transfer, ICT*) szenzorok csoportja. Ezek felépítésre az jellemző, hogy a jel felismerésért felelős receptor egység, illetve a jel kibocsátásért felelős fluorofór rész integrált részei egymásnak (2. ábra).



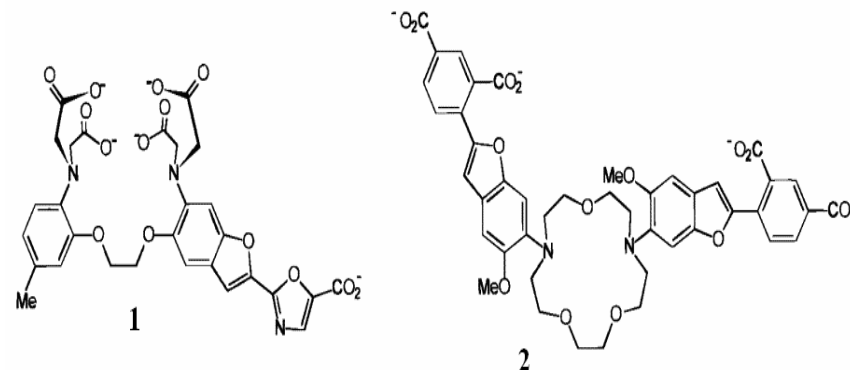
2. ábra. A belső töltésátviteli szenzorok általános felépítése

A fényrel történő gerjesztés hatására a belső töltésátviteli folyamatnak köszönhetően ezen szenzorok fluorofór részében dipólus momentum növekedés lép fel. A közös részen kialakuló töltés, amely lehet plusz, vagy mínusz előjelű, a kötőszob által specifikusan megkötött kationnal, vagy anionnal vonzó (+,-), illetve taszító (+, +) kölcsönhatásba lép. Attól függően, hogy milyen kölcsönhatás alakul ki, a gerjesztett állapot stabilizálódik (vonzó), vagy destabilizálódik (taszító). A stabilizáció a gerjesztett állapot energiáját csökkenti, míg a destabilizáció növeli. Mivel a gerjesztett és az alapállapot közötti energiakülönbség megmutatkozik a kibocsátott fény hullámhosszában, a destabilizáció a fluoreszcens spektrumot a kék (E növekedés), a stabilizáció pedig a vörös (E csökkenés) irányba tolja el (3. ábra).



3. ábra. A belső töltésátviteli szenzor destabilizációja kation megkötésekor

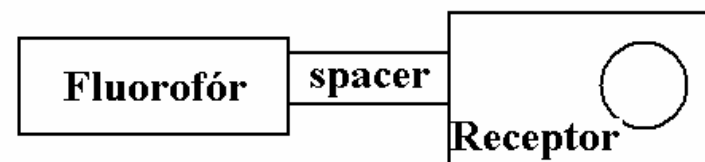
A spektrum maximumának eltolódása annál nagyobb, minél több vendégmolekula van jelen a rendszerben, így az eltolódás mértékéből a vizsgált oldat vendégmolekula-koncentrációjára lehet következtetni. A 4. ábrán látható 1 szenzor kiválóan alkalmas Ca^{2+} ionok, míg a 2 szenzor Na^+ ionok oldatokban, esetleg sejtekbe juttatva a citoszólban való kimutatására.^{1,2}



4. ábra. Belső töltésátviteli szenzorok

3.2. Fotoindukált elektrontranszfer szenzorok

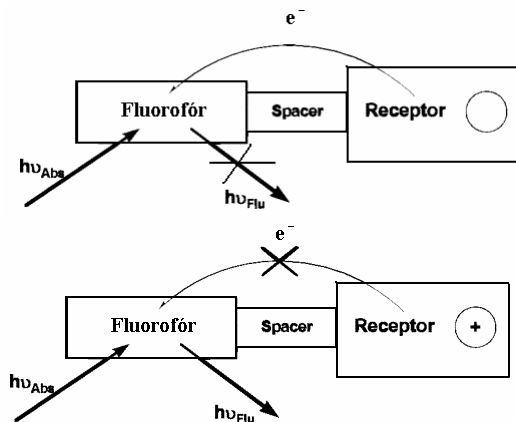
Az ebbe a típusba eső vegyületek felépítése annyiban tér el az előző fejezetben ismertetett szenzorokétól, hogy a receptor és a jelkibocsátó fluorofór egység a térben elválasztva, egy átkötő egységgel (*spacer*) kapcsolódnak egymáshoz (5. ábra).



5. Ábra. A fotoindukált elektrontranszfer szenzorok általános felépítése

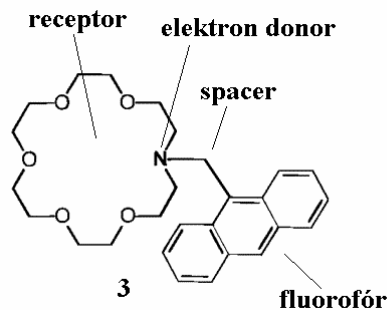
Az ilyen típusú szenzorok működésére az jellemző, hogy a receptor részben megtalálható egy donor atom, vagy atomcsoport, mely a fényrel való gerjesztést követően elektront ad át a fluorofór egységnek. Ennek az elektronátmenetnek az lesz az eredménye, hogy a fluoreszcencia folyamata megszűnik. Abban az esetben, ha a receptor megkötö a rá jellemző vendégmolekulát az elektronküldő csoport már nem képes az elektron

átadására, így a fluoreszcencia helyreáll (6. ábra). Minél több vendégmolekula van jelen egy rendszerben a szenzor fluoreszcenciája annál nagyobb lesz, tehát ebben az esetben a fluoreszcencia intenzitásának változása az, ami információt szolgáltat a detektálni kívánt anyag mennyiségéről. A fotoindukált elektrontranszfer elnevezés (*photoinduced electron transfer, PET*) onnan ered, hogy az elektron átadása csak a fényvel való gerjesztés hatására jön létre.



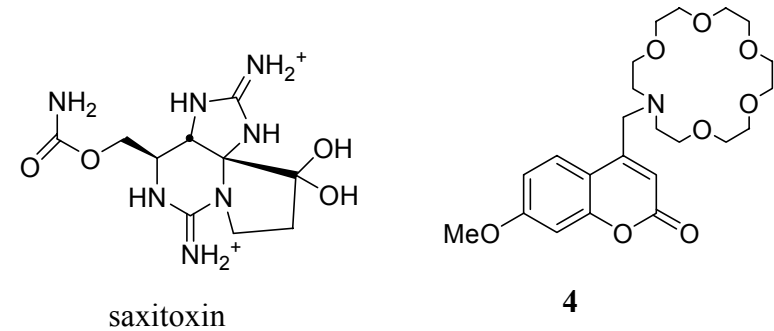
6. Ábra. A fotoindukált elektrontranszfer szenzorok működési elve

A 7. ábrán látható **3** szenzor fluoreszcenciája akár százszorosára is nőhet Na^+ , illetve K^+ ionok jelenlétében. A receptor szerepét a koronaéter tölti be, míg a jelkibocsátó fluorofór az antracén. A két egységet egy metilén átkötő rész választja el. A koronaéterben található nitrogénatom, mint elektrondonor egészen addig kioltja az antracén fluoreszcenciáját, míg az említett alkálifém ionok be nem kötnek a koronaéterbe.³



7. Ábra. Fotoindukált elektrontranszfer szenzor

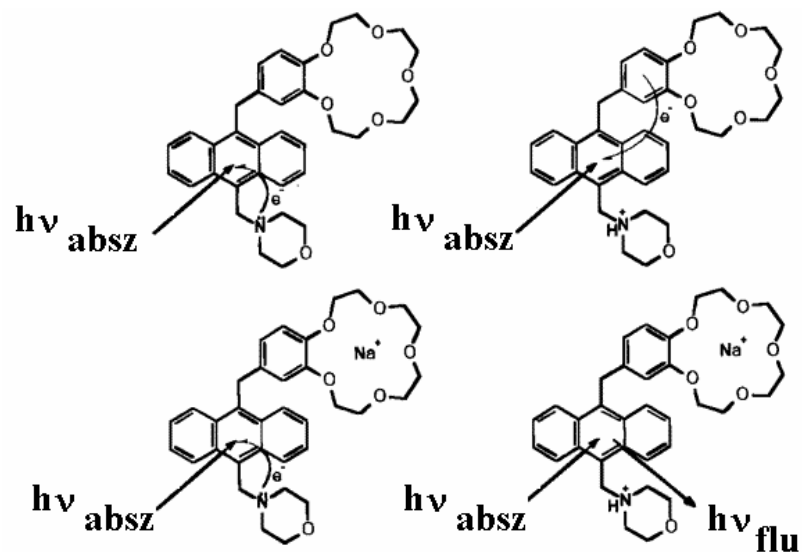
Eddigi példáinkban biológiailag fontos alkáli-, és alkáliföldfém ionok detektálását mutattuk be. A fluoreszcens szenzorok segítségével azonban lehetőség nyílik szerves vegyületek, pl. idegmérgek kimutatására is. A 8. ábrán látható saxitoxin nevű, egyes algafajok által termelt idegmérget például sikeresen detektálták érzékelőmolekulák felhasználásával, pl. a **4** vegyület segítségével. Ez utóbbi példa azért fontos, mert a fluoreszcens szenzorok segítségével lehetőség nyílik a toxin kimutatására jelenleg használt, állatok halálán, vagy túlélésén alapuló eljárás kiváltására.⁴



8. Ábra. Idegmérgek kimutatása fluoreszcens szenzorral

4. Logikai kapcsolók

Fluoreszcens érzékelők egyik legújabb kutatási területe a logikai műveletek szenzorokkal való végrehajtása. Az információs technológia rohamos fejlődésével olyan új kapcsolók kifejlesztésére van igény, melyek a hagyományos félvezető-technológia korlátain (mértécsökkentés, sebességnövelés) túlmutatnak. Megfelelő szenzorok tervezésével lehetséges a hagyományos logikai műveletek (ÉS, VAGY, IGEN, NEM stb.) elvégzése fluoreszcens érzékelők segítségével. A fluoreszcencia megléte, vagy hiánya értelmezhető a bináris rendszerben használt 1 és 0 hozzárendelésekkel. Példaként nézzük meg a 9. ábrán látható szenzorvegyületet, mely ÉS kapcsolóként funkcionál.



9. Ábra. Logikai ÉS kapcsoló

A 8. ábrán látható szenzorban két receptor található, az egyik Na^+ ionra a másik H^+ -ra specifikus. A két receptor külön-külön képes a fluoreszcencia kioltására, így csak akkor jelenik meg a fluoreszcencia, ha mindkét receptor kötött állapotban van. Ha beviteli jelként (*input*) a nátrium, illetve hidrogén ionokat tekintjük, és kimeneti jelként (*output*) a fluoreszcenciát, akkor a 9. ábrán látható igazság táblát írhatjuk fel.⁵

Input ₁ (Na^+)	Input ₂ (H^+)	Output ($h\nu_{\text{flu}}$)
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

9. Ábra. Az ÉS kapcsoló igazságtáblája

A kimeneti jelet csak abban az esetben látjuk, ha Na^+ ÉS H^+ is jelen van a rendszerben. A fluoreszcens érzékelők logikai kapcsolóként való alkalmazása, illetve alkalmazhatóságuk kiterjesztése ugyan még gyerekcipőben jár, az eredmények igen biztatóak arra nézve, hogy a nem is olyan távoli jövőben felváltsa a hagyományos félvezető-technológiát.

5. Összefoglalás

A fentiekben rövid összefoglalást olvashattunk a fluoreszcens szenzorok néhány képviselőjéről és azok alkalmazásáról. E rövid összefoglalás célja az volt, hogy az érdeklődőknek betekintést nyújtson e dinamikusan fejlődő tudományterületbe, természetesen a teljesség igénye nélkül, csak a legfontosabb tudnivalókat említve. A témával kapcsolatban bővebb információt találnak az alábbi, összefoglaló cikkben:

A. Prasanna, de Silva, H. Q. Nimal Gunaratne, Thorfinnur Gunnlaugsson, Allen J. M. Huxley, Colin P. McCoy, Jude T. Rademacher, and Terence E. Rice *Chemical Reviews*, **1997**, 1515 -1566.

6. Felhasznált Irodalom

- Gryniewicz, G.; Poenie, M.; Tsien R. Y. *J. Biol. Chem.* **1985**, *260*, 3440-3450.
- Minta A.; Tsien, R. Y. *J. Biol. Chem.* **1989**, *264*, 19449-19457.
- de Silva, A. P.; de Silva, S. A. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1986**, 1709-1710.
- Kele, P.; Orbulescu, J.; Calhoun, T. L.; Gawley, R. E.; Leblanc, R. M. *Tetrahedron Lett.* **2002**, *43*, 4413-4416.
- de Silva, A. P.; Gunaratne, H. Q. N.; McCoy, C. P. *J. Am. Chem. Soc.* ; **1997**, *119*, 7891-7892.

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

A dolgozatokat az alábbi címen várjuk 2006. március 27-ig. Kérjük a formai követelmények (négyrét hajtás, felirat) figyelembe vételét!

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék
Budapest Pf. 32.
1518

Ebben a rovatban általatok is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinteken is lehet értelmezni. Éppen ezért rész megoldásokat 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!

1. Annyira megszoktuk, hogy a természetben a Nap az energia- (hő – és fény-) forrásunk, hogy fel sem merül, a kérdés: Hogyan keletkezik a fény a Napban? Pedig ha elgondolkodunk a Nap magjában lejátszódó folyamatok típusán, már nem is olyan magától értetődő a kérdés!

Mert amikor a Nap belsejében, az elemi részek deutérium-, majd hélium-atommaggá állnak össze (magfúzió), az energia nem „fény”, hanem a legnagyobb energiájú elektromágneses sugárzás, a γ -sugárzás formájában

szabadul fel. Vajon hogyan lesz ebből a Földünkre is érkező látható tartományú elektromágneses sugárzás, vagyis „fény”?

2. Miért volt fontos a (biológiai) sokféleség már az élet kezdetén, az egysejtűek korában?

Aki savanyított már káposztát, tapasztalhatta, hogy a tejsav koncentráció növekedtével a lé tetején „lepedék” jelenik meg. A mikrobiológiai savanyítás tejsavtermelő, anaerob baktériumoknak köszönhető. A káposzta akkor marad „ropogós”, ha csak ezek a baktériumok szaporodnak el. Ugyanakkor ez a monokultúras rendszer „gondozás” nélkül nem marad fenn. Miért? Megtalálható-e szervezetünk sejtjeiben a már az őselevesben kialakuló molekuláris tápláléklánc? Mi a kémiai háttere a légzés leállása esetén jelentkező károsodásnak?

3. A tömény italok kedvelőinek tudomásul kell venniük, hogy biológiai erjesztéssel csak 15%-os cefre állítható elő. Miért? Hogyan készül a „bio-” vermut és pálinka?

4. Mi a hasonlóság, és mi a különbség az étolajok (napraforgó-, repce-, olivaolaj) és a nem szintetikus motorolaj között? Az étolajok fogyaszthatók, a motorolajhoz legközelebb álló finom paraffinolaj legfeljebb hashajtóként alkalmazható. Miért?

5. A nitrogénnek, kénnek, foszfornak léteznek különböző oxidációs állapotú oxidjai, ill. oxosavai (pl. kén-trioxid, kénsav – kén-dioxid, kénessav.). A szén esetében melyik sav felelhetne meg a „szénessavnak”? Előállítható-e közvetlenül a megfelelő oxid vízben történő elnyeletésével? Miért?

6. Az arany többek között azért is különleges, mert a legnagyobb elektronegativitású fémek közé tartozik. Érdekes, hogy a céziummal ötvözet helyett inkább egy sószerű anyagot képez. Milyen szerepet játszik ebben a „vegyületben” az arany? Hogyan értelmezhető ez az aranyatom, ill. a belőle keletkezett ion elektronszerkezetével?

7. A XVIII. században, amikor a hő és a hőmérséklet fogalma még nem különült el egymástól, azt képzelték, hogy a hő éppúgy „közlekedik”, mint a folyadékok a közlekedő edényben. Ezért a hőt sokáig „fluidumnak” tartották. Milyen – egyébként nagyon fontos – tapasztalaton alapult ez az elképzelés?

Feladatok

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Hogy időben eljuthasson a szám a példamegoldókhoz nem vártuk meg az előző feladatok beérkezését, így ezek megoldásait következő számban közöljük. Erre azért van szükség, hogy a levelező versenyek végeredményét az OKTV döntő végeredményével együtt közölhessük.

Feladatok

A dolgozatokat az alábbi címen várjuk 2006. március 27-ig. Kérjük a formai követelmények (négyrét hajtás, felirat) figyelembe vételét!

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

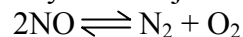
Commitment Pedagógiai Szakmai Szolgáltató Kht.

Budapest

Honvéd u. 22.

1055

K46. Mekkora a nitrogén-monoxid disszociációfoka 2500 °C-on, ahol a folyamat egyensúlyi állandója $K=300$.



(Tóth Judit)

K47. Egy gázelegy 30,0 térfogat % NO-ot 30,0 térfogat % N_2 -t és 40,0 térfogat % O_2 -t tartalmaz. A gázelegyet 2500 K-re melegítjük. (Az egyensúlyi állandó és egyensúlyi folyamat az előző példánál leírt!)

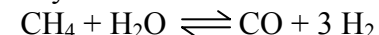
Milyen lesz az egyensúlyi gázelegy térfogat %-os összetétele?

(Tóth Judit)

K48. 1,00 dm³-es edénybe 2,00 mmol metánt és 2,00 mmol vizet juttatunk. A rendszert 500 °C-ra melegítjük, az egyensúlyi gázelegy 20,0 térfogat % szénmonoxidot tartalmaz.

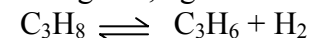
Milyen lesz az egyensúlyi gázelegy térfogat %-os összetétele?

Mekkora az egyensúlyi állandó?



(Tóth Judit)

K49. A propán hány százaléka disszociált, ha az egyensúlyi gázelegy átlagos mólömege 35,4 g/mol?



(Tóth Judit)

K50. Az ecetsav etilalkohollal történő észteresítési folyamatának egyensúlyi állandója $K=4,00$.

a) 2,0 mol abszolút etanol és 2,0 mol jégacetet összeöntve hány mol észter keletkezik?

b) Hány mol észter keletkezik ha a 2,0 mol jégcethez 115 g 80,0 tömeg %-os etanol-víz elegyet adunk?

(Dr. Igaz Sarolta)

Feladatok haladóknak

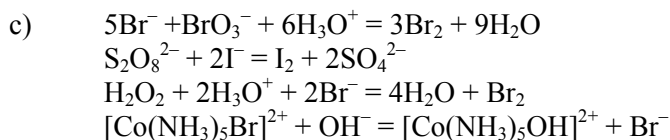
Alkotó szerkesztő: Dr. Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H41. a) A kénsav a jéggel kénsavoldatot képez. Ehhez a vízmolekuláknak hidratálniuk kell a kénsavmolekulákat, ami a jégkristály egy részének felbomlásával jár. A hidratációval járó hőfelszabadulás kisebb, mint a megolvadó jég olvadáshője. A kénsavoldat keletkezéséhez szükséges energiát a rendszer lehűlése fedezi. A kénsav-oldat fagyáspontja a tiszta víz fagyáspontjánál alacsonyabb.

b) A jelenség azt mutatja, hogy a csövekben a víznek memóriája van: a meleg vízben jóval kevesebb az oldott gáz, mint a hidegben. Emiatt a hideg víz olvadáspontja alacsonyabb, míg az eredetileg meleg vize.

Érdekességgéppen megemlíthető, hogy a kevesebb oldott gáz miatt a melegvízes csövekben a víz sokkal inkább hajlamos a túlhűlésre, mint a hidegvízes csövekben. Emiatt a hidegvízes csövekben a víz inkább fagy meg folyamatosan, és a jégképződéssel járó térfogatváltozásból eredő nyomásnövekedést a még meg nem fagyott, folyékony víz el tudja vezetni. A túlhűlt víz azonban, ha hirtelen kifagy, általában azonnal szét is repeszi a csöveket, mivel hirtelen óriásira nő belül a nyomás. Valóban, gyakran figyelhető meg, hogy a melegvízes csövek szétrepednek nagyon nagy hidegben, míg a hidegvíz szállítás sokkal ritkábban.



A fenti redoxi reakciók lezajlásához az szükséges, hogy az elektroncserében résztvevő ionok egymáshoz olyan közelségbe kerüljenek, hogy az elektronátadás megtörténhessen. (Ezt átmeneti, vagy aktivált állapotnak hívják.) Ha a reakciópartnerek azonos töltésűek, akkor nem szívesen kerülnek egymáshoz közel, míg ha ellenkező töltésűek, akkor igen.

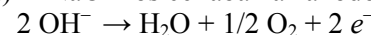
Ha az oldatban növeljük a jelenlévő egyéb ionok mennyiségét, akkor azok a következőképpen befolyásolják a reakciósebességet: azonos töltésű

reakciópartnerek esetén megkönnyítik az átmeneti állapot (egymáshoz közelperülés) kialakulását, mivel a kialakuló, még nagyobb töltésű komplexet stabilizálják; ellentétes töltésű reakciópartnerek esetén (ahol egyébként a reakciók sokkal gyorsabbak), a reakciósebesség lassul, mivel a reakciópartnerek töltését az ionok leárnyékolják, ezáltal a vonzás köztük lecsökken. Olyan reakcióknál, ahol az egyik reagens részecske töltetlen, nincs effektus.

Így az 1. és 2. esetben növekszik a reakciósebesség, a 4. esetben csökken, míg a 3. esetben nincs számottevő változás. Az ionok minősége, mivel nem vesznek részt a reakcióban, nem számít, szerepük katalizátor: a KNO_3 ugyanúgy változtatná a reakciósebességeket, mint a NaCl . A jelenség neve: kinetikus só hatás.

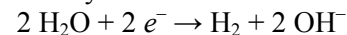
Stirling András

H42. a) A NaOH -os cellában az anódon lejátszó folyamat:

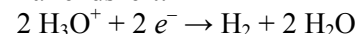


Amikor a gázfejlődés megindul, az oxigéngáz nyomása és a hidroxid-ion koncentrációja is standard értéknek felel meg, tehát az elektródpotenciál is a táblázatokban található standard érték, $E_A = 0,40\text{ V}$.

A katódon folyó reakció:



A potenciál kiszámításához kézenfekvőbb a standard hidrogénelektrodnak tekinteni a rendszert:



$$E_K = 0\text{ V} + 0,059/2 \lg(10^{-14})^2 = -0,83\text{ V}$$

Ez az érték felel meg az előző, igazi folyamat standard potenciáljának.

A cellára tehát 1,23 V feszültséget kell bocsátani – ennek hatására indul meg a víz bomlása.

A kénsavas cellában a katód standard hidrogén-elektrodnak tekinthető, a lejátszódó folyamat egyenletét már feltüntettük. Elektródpotenciálja 0 V.

Az anódon lejátszódó bruttó folyamat:



Standard körülmények lévén az oldatban a bomlás megindulásakor az elektródpotenciálja itt is egy táblázatokban található standard érték, 1,23 V. A két cella anódján lejátszódó reakciók standardpotenciálja a vízionszorzat segítségével könnyen átszámítható egymásba.

A bomlásfeszültség tehát ebben a cellában is 1,23 V, ami nem meglepő módon ugyanaz a két cellában, hiszen mindkét helyen a víz bomlása az a reakció, amit az elektromos áram hatására lejátszódik.

b) Az ammónium-só adagolása során ammónia képződik és pufferoldat alakul ki.

$$pK_b(\text{NH}_3) = 4,75 = \text{pOH} + \lg \left(\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} \right)$$

A várt 11-es pH-n tehát $[\text{NH}_4^+]/[\text{NH}_3] = 0,0178$.

Az eredeti 1 M OH^- -ből 0,999 M reagál az NH_4^+ ionokkal és ugyanennyi NH_3 keletkezik.

Az oldat egy literjéhez tehát $0,999 \cdot 1,0178$ mol NH_4Cl , azaz 54,35 g adagolandó.

A bomlásfeszültség nem változik az új oldatban sem, hiszen az eredő folyamat továbbra is a vízbontás. A két félcella potenciálja megváltozik, de a változások kompenzálják egymást.

c) Az a) pontban kiszámított elektródpotenciálok nem változnak. Ha a NaOH oldatba merülő elektród az anód, és a kénsavba merülő a katód, akkor a bomlásfeszültség 0,4 V. Ilyenkor a vízbontás során mindkét oldat pH-ja a semlegeség irányába változik. Ez a semlegesítődés mintegy megkönnyíti a vízbontást.

Ha az elektródokat fordítva kötjük, akkor a bomlásfeszültség jóval nagyobb lesz, 2,06 V. Ilyenkor az elektrolízis során a két oldat pH-ja ellenkező irányba változik, és a befektetett elektromos munka a víz bomlásán kívül a disszociációját is okozza.

H43. a) A fullerén térfogata $1,8 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3$. A „nyomás” $2,3 \cdot 10^7 \text{ Pa}$.

b) Minden $3 \cdot 10^8$ -dik fullerén molekula tartalmaz ^3He atomot, ami megfelel $7,67 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}$ átlagos parciális nyomásnak. A másik izotópra 139 Pa a számított átlagos parciális nyomás.

c) Az adatok alapján az atmoszférában 0,524 Pa a hélium-4 parciális nyomása, jóval kisebb, mint ami minta keletkezésekor lehetett. Ha a légkör héliumtartalma nem volt az esemény idején ennyivel nagyobb, akkor ez a földi keletkezés elleni érv. Ugyanígy a két izotóp aránya is nagyon eltér a jelenlegitől $5,5 \cdot 10^{-4}:1$, ami szintén cáfolja a földi eredetet.

Megjegyzés: azt is elképzelhető, hogy a fullerén nem a Naprendszerben keletkezett, ugyanis itt nincs olyan hely, ahol elég nagy lenne a hélium nyomása, és a fullerén keletkezését gátló anyagok, pl. a hidrogén koncentrációja kicsi.

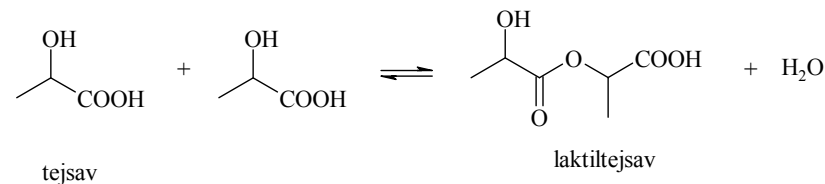
d) A gömb felületének megbecsléséhez sok módon el lehet jutni. A grafit rétegeiben egy hatszöges gyűrűre két szénatom jut. A hatszögek területe az élhosszból (142 pm) kiszámítható. Egy atomra tehát $2,62 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$ jut. A molekula felülete így $1,31 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2$, átmérője $3,23 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, térfogata $1,41 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3$.

Egy gömb tömege $9,97 \cdot 10^{-14} \text{ g}$, sűrűsége üresen 708 g/m^3 . A hélium sűrűsége a megadott 120 kPa nyomáson és 25°C -on 194 g/m^3 . Azaz a hipotetikus kristály sűrűsége 902 g/m^3 , kisebb, mint a levegő 1294 g/m^3 -es sűrűsége.

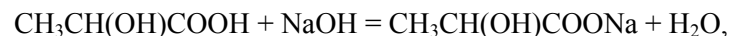
A gömbök szoros illeszkedése esetén a gömbök között holt tér marad és a kristály sűrűsége még kisebb, egészen pontosan az előbb kiszámítottak $0,7405$ -szerese lenne.

ausztrál diákolimpiai feladat

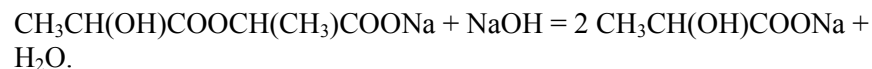
H44. a) A töményebb tejsav oldatokban számolnunk kell az önészterezési folyamattal:



Az első titrálás során a tejsav és a laktitejsav savas protonjait határozzuk meg:



A második titrálás során a lúgos főzéssel elhidrolizáljuk a laktitejsav nátriumsóját:



Majd sósavval visszamérjük a NaOH felesleget:

b) Az első titrálásból az oldatban lévő összes savas komponens mennyiségét meghatározzuk (tejsav + laktitejsav). Tehát az 1,000 g minta 9,525 mmol savat tartalmaz.

A második titrálásból az oldatban levő laktiltejsav mennyiségét határozzuk meg (1 mmol NaOH 1 mmol laktiltejsavval egyenértékű). Tehát 1,000 g mintában 1,361 mmol laktiltejsav van.

A fenti eredményekből a következőket tudjuk:

tejsav (90,09 g/mol) $9,525 - 1,361 = 8,163$ mmol, azaz 0,7354 g, **73,54%**,
laktiltejsav (161,15 g/mol) 1,361 mmol, azaz 0,2194 g, **21,94%**, inert
szennyező (esetünkben víz) **4,52%**.

c) Az összes nátrium-laktát mennyisége a második titrálás végpontjában a törzsoldatból vett mintában 1,0886 mmol. Az oldat térfogat $40 + 9,66 + 10,00 + 8,55 = 68,21$ cm³. Tehát a nátrium-laktát koncentrációja 0,01596 mol/dm³.

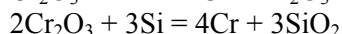
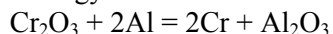
Az oldat tekinthető egyszerű hidrolizáló só oldatának. A hidroxidion mennyiségét a következő módon számolhatjuk: $[\text{OH}^-] = (K_h \times c)^{0,5}$. Az oldat pH-ja **8,03**. (A pontos számítással kapott eredmény és a közelítő eredmény közötti különbség elhanyagolható.)

d) A fenolftalein indikátor nem volt a legjobb választás, mert a végpont előtt jelez. (A hiba nem túl nagy, közelítőleg -0,1%, de ez nem volt kérdés.)

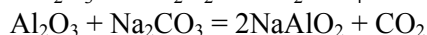
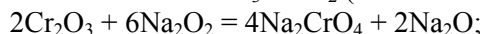
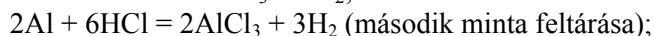
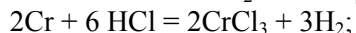
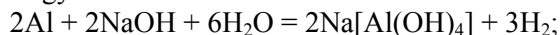
Varga Szilárd

H45. a) A következő reakciók játszódhatnak le:

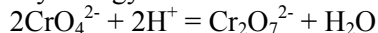
az előállítás egyenletei:



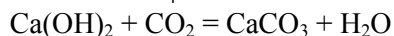
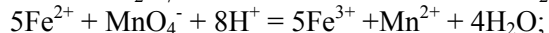
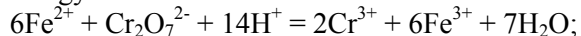
a feltárás egyenletei:



az átsavanyítás egyenlete:



az analízis egyenletei:



b) Az elegy összetételének számítása során a lúgos feltárásból az alumínium mennyisége, a savas feltárásból az elemi króm mennyisége határozható meg. A Na₂O₂-os feltárás során nyert oldat analizéséből megkapjuk a króm(III)-oxid mennyiségét. A CaCO₃-os lecsapás az alumínium(III)-oxid tartalmat adja meg, míg az össztömegeből az inert anyag mennyisége számolható.

Tehát a minta (m/m)%-os összetétele **54,33% Cr, 2,35% Cr₂O₃, 15,75% Al, 22,58% Al₂O₃ és 4,99% inert**.

c) A hatásfok pedig **$\eta=97,12\%$**

Varga Szilárd

HO-14. a) Az egyensúlyi állandó mindkét esetben:

$$K = \frac{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{x+}]}{[\text{Co}^{x+}][\text{NH}_3]^6}$$

Az állandók és az ammónia-koncentráció ismeretében könnyen kiszámítható, hogy a Co(III) esetén a szabad fémion koncentrációja $2,2 \cdot 10^{-28}$ -ada, a Co(II) esetén pedig 40-szerese a komplex koncentrációjának.

b) A kobalt(III) nyilván csak oxidálószerként képes reagálni, tehát feltehetően oxigént fejleszt a vízből. Valóban a Co³⁺/Co²⁺ rendszer standardpotenciálja 1,82 V, jóval magasabb, mint az oxigénfejlődés potenciálja (pH 7 esetén 0,82 V).

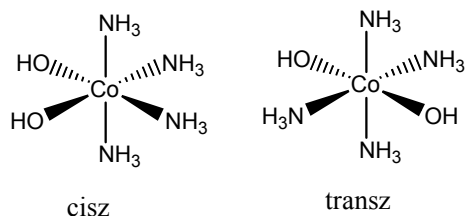
Az ammóniás oldatban a szabad Co³⁺ koncentrációja annyira kicsi, hogy a Co³⁺/Co²⁺ rendszer potenciálja nagyon lecsökken.

c) Ammónia nélkül a két iont azonos mennyiségben tartalmazó oldat redoxipotenciálja a standard értéket mutatja, 1,82 V.

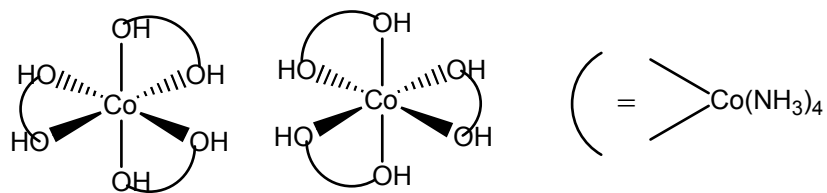
Az ammóniás oldatban a szabad ionok koncentrációaránya az a) pont eredményei alapján kiszámítható: $[\text{Co}^{3+}]/[\text{Co}^{2+}] = 2,22 \cdot 10^{-28}/(40/41)$.

A Nernst-egyenlet alapján az oldat redoxipotenciálja ekkor 0,185 V.

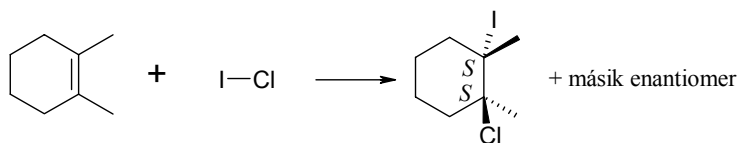
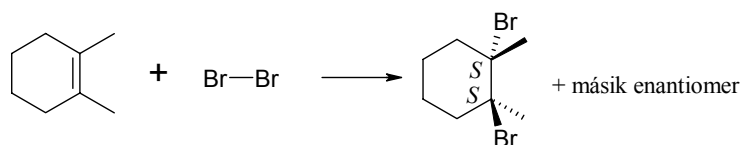
d) A ligandumnak cisz-transz izomerjei létezhetnek, de a teljes komplexben csak a cisz módosulat vehet részt.



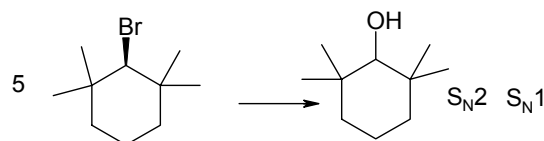
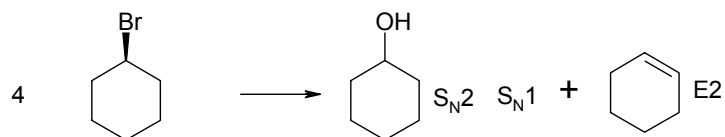
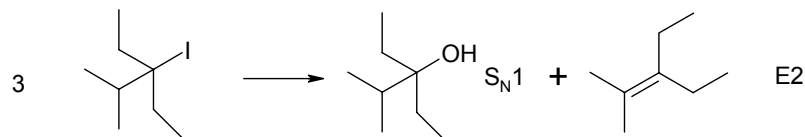
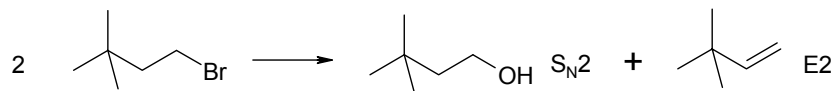
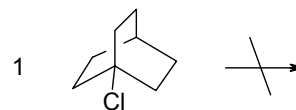
A két enantiomer:



HO-15. a) Az első esetben az elektrofil addíció mechanizmusa miatt nem keletkezik mezo termék.



b)



Az **1.** esetben nem játszódik le reakció, mivel a támadó nukleofil nem fér hozzá a klórt hordozó szénatomhoz (nem lehet S_N2). Nem tud a molekula „kilapulni”, tehát nem képez stabil, síkalkatú karbokationt (nem lehet S_N1).

A **2.** esetben primer szénatomhoz kapcsolódik a halogén, nem lehetséges stabil karbokation kialakulása tehát S_N2 reakció játszódik le. A nátrium-hidroxid nem csak nukleofil forrás, hanem erős bázis is így hidrogén-bromid elimináció is történik.

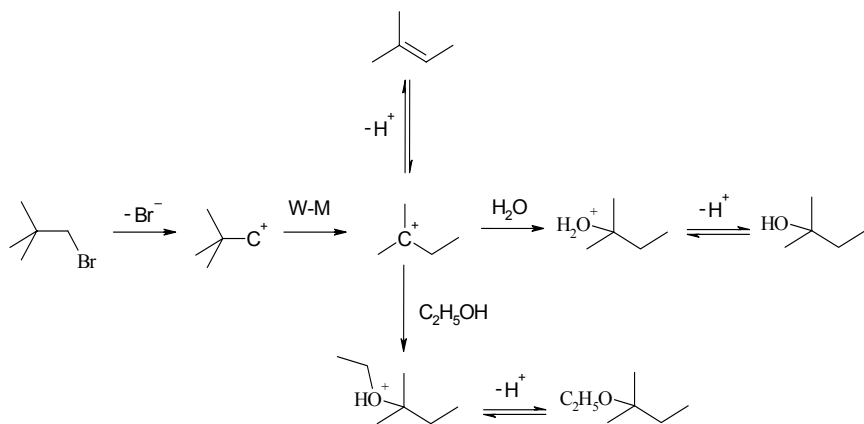
A **3.** esetben tercier szénatomhoz kapcsolódik a halogén, lehetséges stabil karbokation kialakulása, de a reakciócentrumot leárnyékolják az alkil láncok tehát S_N1 reakció játszódik le. Az eliminációs reakcióval is számolnunk kell, melynek főtermékét ábrázoltam (Zajcev-szabály), kisebb mennyiségben 3-etil-4-metilpent-2-én is keletkezhet.

A 4. esetben szekunder szénatomhoz kapcsolódik a halogén, lehetséges S_N2 és S_N1 , valamint eliminációs reakció játszódása is.

Az 5. esetben szekunder szénatomhoz kapcsolódik a halogén, lehetséges S_N2 és S_N1 reakció játszódása is. Az eliminációs reakcióval nem kell számolnunk, mivel az α -pozícióban nem található hidrogén.

c) Az első reakcióban az oldószer vízmentes etanol, a másodikban pedig vizes etanol. A vizes közeg kedvez az ionos reakcióknak, míg az abszolút etanol inkább a poláris átmeneti állapotot stabilizálja. Ezzel magyarázható, hogy az első reakcióban csak egy termék keletkezik nagy valószínűséggel S_N2 mechanizmussal.

A második reakció mechanizmusa a következő:



A keletkező primer karbokation nem stabil, ezért egy ún. Wagner-Meerwein átrendeződés segítségével (negatív töltésű csoport vándorlása) terciér karbokationná alakul át. Ezen karbokation reagálhat vízzel, etanollal (S_N1). A reakció során 2-etoxi-2-metilbután, illetve 2-metilbutan-2-ol keletkezik. Ezen kívül ha a karbokation pozitív centruma mellett lévő szénatomról egy hidrogénion távozik (E1) és így 2-metilbut-2-én képződik a Zajcev-szabály értelmében.

Varga Szilárd

Feladatok

A dolgozatokat az alábbi címen várjuk 2006. március 27-ig. Az ennél később postára adott leveleket már nem tudjuk figyelembe venni a pontversenyben! Kérjük a formai követelmények (négyrét hajtás, felirat) figyelembe vételét!

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszék

Budapest 112

Pf. 32

1518

A feladatsor az idei olimpia koreai szervezői által ajánlott felkészítő feladatokból állt össze.

H46. Rayleigh 1882-ben az elemi gázok sűrűségének pontos újramérésével akarta Prout hipotézisét ellenőrizni.

a) *Mi volt ez a hipotézis? Milyen adatokon alapult?*

Tiszta nitrogént egy Ramsay által javasolt módszerrel próbált meg a levegőből előállítani az oxigén eltávolításával. A levegőt folyékony ammónián buborékolta át, majd vörösizzásban levő rézforgácsot tartalmazó csövön vezette át, ahol az oxigén elreagált az ammónia hidrogénjével. A felesleges ammóniát kénsavval távolította el, ami a vizet is megkötötte. A réz nagy felülete elősegítette a reakciót és indikátorként is szolgált. Ha felülete fényes maradt, akkor az ammóniás reakció rendben játszódott.

b) *Mi az oxigén reakciójának az egyenlete? A levegő összetétele 78% nitrogén, 21 % oxigén és 1% argon. (Utóbbiról Rayleigh nem tudott, de az eredményekre hatással volt!) Milyen eredményt kapott Rayleigh a nitrogén molekuláris tömegére a fenti mérésből? Atomtömegek: N – 14,0067, Ar- 39,948.*

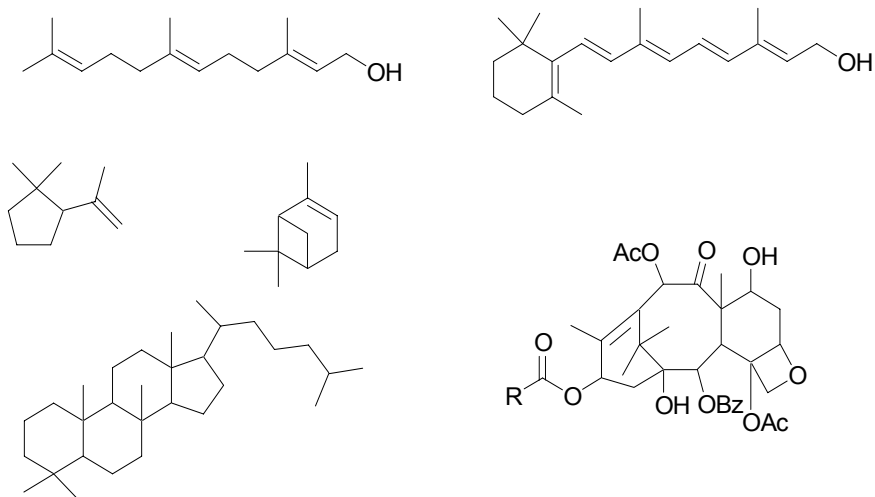
c) *Rayleigh egyszerűen csak az izzó rézforgácsra átvezetve a levegőt is állított elő nitrogént. Mi volt a reakció egyenlete? Milyen eredményt adhatott a nitrogén molekulatömegére ez a sűrűségére ez a módszer?*

d) *A két mérés közti ellentmondást vizsgálva kipróbálta az ammóniás eljárást tiszta oxigénnel is. Milyen eredményt kapott így?*

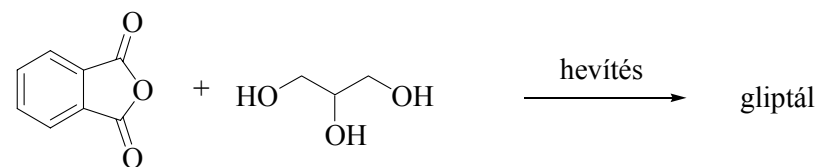
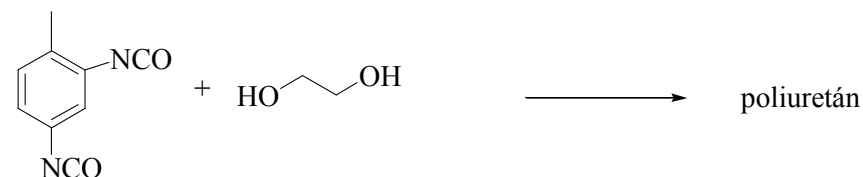
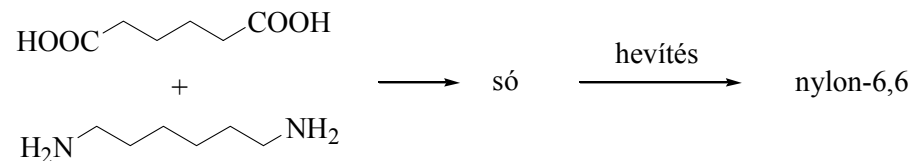
e) Izzó magnézium (a réznél reaktívabb) segítségével a nitrogént és oxigént is eltávolította a levegőből és egy addig ismeretlen gázt izolált. *Mi volt ennek a levegőhöz viszonyított sűrűsége? Mennyi standard körülmények között egy 10 m élhosszúságú, kocka alakú szobát kitöltő argon tömege?*

H47. A természetes gumi izoprén egységekből álló polimer. Ezek az egységek más természetes anyagok, például a terpének vázában is felismerhetőek, mégpedig többnyire úgynevezett fej-láb állásban kapcsolódnak össze. Ennek a ténynek a felismerése sokat segített a terpének szerkezetének és bioszintézisének megismerésében.

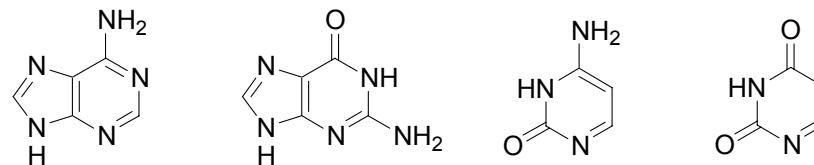
a) *Hol vannak az izoprén egységek a következő természetes terpenoidokban?*



b) Néhány polikondenzációs, vagy ún. lépcsős polimerizációs reakciót mutat a következő vázlat. *Mi a termékekben az ismétlődő részlet?*



c) Úgy sejtik, hogy a természet is kisebb egységekből, mint amilyen a csillagközi térben is kimutatott HCN, NH₃, H₂O építkezett az adenin, guanin, citozin, és uracil keletkezése során. *Melyik „monomerből” származtak a bázisok szén és nitrogén atomjai?*



H48. Az AgCl és az AgBr oldhatósági szorzata $1,8 \cdot 10^{-10}$, illetve $3,3 \cdot 10^{-13}$.

a) *Mi lesz a halogenidionok koncentrációja egy olyan oldatban, amit nagy mennyiségű szilárd AgCl-t vízhez adva kaptunk? Mi a helyzet az AgBr esetén?*

b) Egyforma koncentrációjú ($1,00 \cdot 10^{-3}$ M) és térfogatú (100 ml) Ag^+ és Cl^- oldatot öntünk össze. *Mi lesz a kloridionok egyensúlyi koncentrációja? Az összes klorid mekkora hányada lesz az oldatban? Mi a helyzet bromiddal végezve a kísérletet?*

c) Nehéz a b) pont szerinti kísérletet pontosan reprodukálni és követni. *Mi történik, ha az ezüstionok oldata 1,01-szer töményebb?*

d) Lassan, folyamatos keverés közben $1,00 \cdot 10^{-3}$ M Ag^+ oldatot adunk egy 100 ml olyan oldathoz, amiben a kloridionok és a bromidionok koncentrációja is $1,00 \cdot 10^{-3}$ M. *Melyik ezüst-halid válik le először? Mi lesz a Br^- , Cl^- és Ag^+ ionok megoszlási aránya a csapadék és az oldat között 100, 200 és 300 ml hozzáadása után?*

H49. a) *Mi lehet az átlagos távolság két oxigén molekula között 0°C -os levegőben (standard nyomáson)?*

b) Az oxigén vízben való oldódására $1,3 \cdot 10^{-3}$ mol/(dm³ atm) a Henry-törvény állandója. *Mi lehet az átlagos távolság két oxigénmolekula között levegővel egyensúlyban levő vízben?*

c) A hemoglobin moláris tömege kb. 67000 g/mol. 100 ml vérben a vörösvértestek hemoglobin tartalma átlagosan 15 g. *Mi lenne az átlagos távolság két oxigénmolekula között az oxigénnel telített vérben. Egy hemoglobin molekula legfeljebb négy oxigént tud megkötni.*

d) *Hány darab és hányféle aminosav lehet egy hemoglobin molekulában? A becsléshez célszerű az aminosavak átlagos moláris tömegét használni.*

e) A tripszin emésztőenzim a peptidkötéseket a lizin és az arginin karboxil-csoportjánál hasítja el. *A hemoglobin teljes tripszines emésztése és a diszulfid-hidak felszakítása után átlagosan hány aminosav lesz a kapott peptidekben? Mi lesz a peptidek átlagos moláris tömege?*

H49. Az Avogadro-szám a kémia alapvetően fontos állandója. A pontos meghatározása hosszú időt igényelt. Avogadro (1776 – 1856) maga nem azt az értéket ismerte, amit mi. Halálának idején a diffúzió- és viszkozitásmérések alapján meghatározott érték $5 \cdot 10^{22}$ körül volt. A 20. század elején jutottak csak a ma elfogadott $6,0221415 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹ érték közelébe. Néhány mérési módszert jár körül ez a feladat.

Ha gravitációs erőterben alakul ki a hőmérsékleti egyensúly, akkor egy m tömegű molekulát az $\exp(-E(h)/k_B T)$ Boltzmann-tényezővel arányos valószínűséggel találunk h magasságban. Az $E(h)$ az mgh helyzeti energia és k_B a Boltzmann-állandó. A részecskék száma így az ún. barometrikus eloszlást követi:

$$\frac{\rho(h)}{\rho(h_0)} = \exp\left[-\frac{mg(h-h_0)}{k_B T}\right]$$

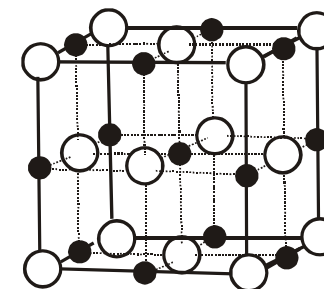
Gömb alakú, $0,5 \mu\text{m}$ átmérőjű és $1,10 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű részecskéket szuszpendáltak vízben 20°C -on.

a) *Mi a részecskék „effektív tömege” (a felhajtóerőt is tekintve)?*

b) A részecskék függőleges eloszlását vizsgálva azt találták, hogy általában $6,40 \cdot 10^{-3}$ cm-rel feljebb a részecskék száma (sűrűsége) $1/e$ -szeresére csökkent. *Mi a Boltzmann-állandó és a belőle az egyetemes gázállandó segítségével kapható Avogadro-szám értéke a mérés alapján?*

Az Avogadro-szám a kristályok szerkezetét felderítő röntgendiffrakciós eljárás segítségével is meghatározható. A NaCl sűrűsége $2,165 \text{ g/cm}^3$. A kristályban a szomszédos Na^+ és Cl^- ionok távolsága $2,819 \cdot 10^{-8}$ cm a diffrakciós kísérlet szerint. A kristály szerkezetét az ábra mutatja.

c) *Mekkora az Avogadro-szám ezen mérés alapján?*



d) Millikan $1,593 \cdot 10^{-19}$ C-nak találta az elektromos töltés legkisebb egységét híres olajcseppekkel végzett kísérletében, 1913-ban. A Faraday-állandó 96496 C/mol . *Milyen Avogadro-szám kapható ezekből az adatokból?*

f) Réz elektródok között $0,5 \text{ M}$ kénsavoldatot elektrolizálunk állandó, $0,601 \text{ A}$ -es árammal, 1802 másodpercig. Az anód tömegesökkenése $0,3554 \text{ g}$. A réz atomtömege $63,546 \text{ g/mol}$. *Hány százalék a mérésből kiszámítható Avogadro-szám hibája? Érdemes lenne-e a fejlődő hidrogéngáz mennyiségéből számítani az Avogadro-számot?*

HO-16. A világegyetemben leggyakrabban előforduló elem, a hidrogén a csillag- és galaxisközi térnek is az elsődleges összetevője. A galaxisok közti térben az anyag sűrűsége csupán 1 atom/m^3 körül van. A hőmérséklet itt a kozmikus háttérsugárzásnak megfelelő érték, $2,7 \text{ K}$.

- Mi lesz egy hidrogénatom átlagos sebessége $(8RT/\pi M)^{1/2}$ a galaxisközi térben?*
- Mekkora a hidrogénatom által egy másodperc alatt bejárt ütközési henger térfogata, ha egy atom átmérője 10^{-8} cm -nek vehető?*
- Hány ütközésben vehet részt másodpercenként egy atom? Milyen időközönként találkozik két atom a galaxisközi térben? Mi a hidrogénatomok átlagos szabad úthossza – az ütközések között átlagosan megtett távolság?*

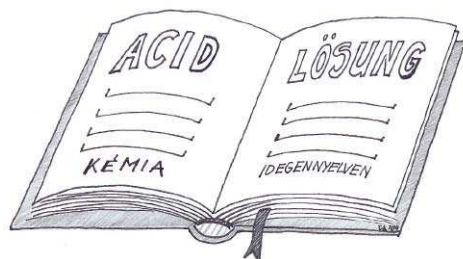
A galaxisokon belül a csillagközi térben relatíve bőségesen van hidrogén, 1 atom / cm^3 . Itt a hőmérséklet 40 K -nek becsülhető.

- Mi a hidrogénatomok átlagos sebessége és átlagos szabad úthossza a csillagközi térben?*

HO-17. 100 ml víz 440 ml standard állapotú H_2S gázt tud oldani. Egy $0,010 \text{ M}$ FeCl_2 oldatot telítünk kén-hidrogénnel. A FeS oldhatósági szorzata $8,0 \cdot 10^{-19}$. A H_2S savi disszociációs állandói: $9,5 \cdot 10^{-8}$, $1,3 \cdot 10^{-14}$.

- Milyen elhanyagolásokat érdemes tenni, hogy a hidrogén- és vas-ionok koncentrációját kiszámítsuk? Növelni vagy csökkenteni kell a pH -t, hogy több csapadék váljon le? Hogy változtatja meg a Fe^{2+} koncentrációját a pH egységnyi növelése?*
- Mekkora pH -ra kellene a kénhidrogénnel telített oldatot állítani, hogy a Fe^{2+} ion koncentrációja $1 \cdot 10^{-8} \text{ M}$ legyen?*
- Ezt a pH -t ecetsav-acetát ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$) pufferral próbáljuk beállítani. A kiindulási oldatban az ecetsav koncentrációja $0,10 \text{ M}$. Mekkora legyen a nátrium-acetát kiindulási koncentrációja? Mi a puffer pH -ja a telítés előtt?*

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul Szerkesztő: Sztáray Judit

Kedves Diákok!

Továbbra is nagyon örömmel tölt el, hogy rengeteg megoldás érkezik, remélem a jövőben is kitartóan fogjátok küldeni a fordításokat. Rovatunknak immáron internetes honlapja is van: <http://szj.web.elte.hu/kokel>. Itt megtalálhatjátok a legfrissebb fordítási szövegeket, a megoldásokat, az összes beküldő nevét és természetesen a pontverseny aktuális, részletes állását.

A mostani számban megtaláljátok a 2006/1. számban közölt angol szakszöveg fordítását, valamint a következő fordítandó szöveget. Minden beküldő egyéni pontszámát, az egyes forduló helyezetteit, az összesített pontverseny állását, valamint további adatokat a honlapon találtok!

Ezúton kérek minden fordítót, hogy minden lapra írja rá a nevét, iskoláját és évfolyamát, tegyétek meg ezt akkor is, ha elektronikus úton külditek el a megoldást.

Munkátokhoz továbbiakban is sok sikert és kitartást kívánok!

Sztáray Judit

A 2006./1 számban közölt szakszöveg fordítása:

Életmentő robbanások

Kimutatták, hogy a légszákak a gépkocsik frontális ütközéseinek lényegesen csökkentik az elhalálozások és sérülések számát és komolyságát. A légszákak azáltal védenek meg az ütközések során, hogy egy párnát biztosítva csökkentik a testre ható, a kormányval való ütközésből származó erőt, és ezt az erőt egy nagyobb felületen oszlatják szét.

A légszákaknak három része van, mely segít ezt a védelmet megvalósítani:

- A légszák maga vékony, nejlon anyagból készül, ami a kormánykerékbe vagy a műszerfalba, vagy legújabban az ülésbe vagy az ajtóba van behajtogatva.

- Az érzékelő egy olyan műszer, ami jelzi a zsákaknak, hogy fúvódjon fel. A felfúvódás akkor történik meg, ha akkora ütközési erő jön létre, mint ami akkor tapasztalható, amikor 10-15 mérföld/órával (16-24 km/h-val) egy téglafalba belerohanunk. Egy mechanikus kapcsoló átbillen, amikor egy tömeg elmozdul és egy elektromos kapcsolatot zár, ami jelzi az érzékelőnek, hogy ütközés történt. Az érzékelő egy mikrochipbe épített gyorsulásmérőtől kapja az információkat.

- A légszák felfújási rendszere nátrium-azidot (NaN_3) kálium nitráttal (KNO_3) reagáltat, hogy nitrogén gázt termeljen. A nitrogén forró kiáramlása fújja fel a légszákot.

A felfújási rendszer hasonlít egy szilárd hajtóanyagú gyorsítórakétához. A légszák rendszer begyűjtja a szilárd hajtóanyagot, mely rendkívül gyorsan elég és nagy térfogatú gázt termel, mely felfújja a zsákot. A zsák ezután akár 200 mph-val (322 km/h) – egy szempillantásnál is gyorsabban - szó szerint kitör a tárolási helyéről. A szilárd hajtóanyag NaN_3 , KNO_3 és SiO_2 keveréke. Amikor a kocsit frontálisan ütközik, három kémiai reakció sorozata játszódik le a gáz generátorban, ami nitrogén gázt termel, hogy megtöltse a légszákot és a NaN_3 -ot, amely igen mérgező, ártalmatlan üveggé alakítsa át. Megjegyzendő, hogy a munkahelyeken megengedett maximális NaN_3 koncentráció 0.2 mg/m^3 levegő. A nátrium azid (NaN_3) 300°C -on nátrium fémmé és nitrogén gázzá (N_2) tud lebomlani:



A sebesség csökkenését észlelő érzékelő egy elektromos impulzus segítségével gyűjtja be a gáz-fejlesztő keveréket, létrehozva ezzel azt a magas hőmérsékletet, amely elengedhetetlen ahhoz, hogy a NaN_3 elbomoljon. Az előállított nitrogén gáz ezután megtölti a légzsákokat.

A KNO_3 és a SiO_2 jelenlétének az a célja, hogy egy ártalmatlan anyaggá átalakítva eltávolítsa a szobahőmérsékleten erősen reaktív és potenciálisan robbanékony nátrium fémeket. Először a nátrium a kálium-nitráttal (KNO_3) reagálva kálium oxidot (K_2O), nátrium oxidot (Na_2O) és további nitrogén gázt termel.



Ebben a második reakcióban keletkezett nitrogén szintén a légzsákokat tölti fel; a végső reakcióban a fémoxidok (Na_2O és K_2O) szilícium dioxiddal (SiO_2) reagálnak, hogy ártalmatlan és stabilis szilikát üveget képezzenek. (Az I/A csoportbeli fémoxidok, mint a Na_2O és K_2O , nagyon reaktívak, tehát veszélyes lenne hagyni, hogy a légzsák robbanásának végtermékei legyenek.)

1. táblázat. A légzsák gázfejlesztőjében lejátszódó reakciók egyes résztvevőinek összefoglaló táblázata.

Gázképző reakció	Kiindulási anyagok	Termékek
Érzékelő által kiváltott kezdeti reakció	NaN_3	Na ; N_2 (g)
Második reakció	Na ; KNO_3	K_2O ; Na_2O ; N_2 (g)
Utolsó reakció	K_2O ; Na_2O ; SiO_2	alkáli szilikátok (üveg)

Amikor a nitrogén fejlesztés befejeződik, a gázmolekulák a zsák nyílásain át kiszabadulnak. A zsákban lévő nyomás csökken és a zsák némileg leereszt, hogy egy puha párnát hozzon létre. Ellenkező esetben a légzsák magas belső nyomása olyan kemény felületet hozna létre, mint egy kő – nem egy olyan védelmező párnát, melybe bele akarna az ember ütközni. 2 másodperccel a kezdeti ütközés után a zsákban lévő nyomás eléri az atmoszférikus nyomást.

A légzsákból kiszabaduló porszerű anyag közönséges kukoricakeményítő vagy hintőpor, melyet a légzsákgyártók arra használnak, hogy a zsákok hajlékonyságát és kenését a tárolásuk során biztosítsák.

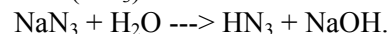
Eddig azt tárgyaltuk, hogyan működnek a légzsákok, hogy megvédjenek minket egy frontális ütközés esetén. Azonban az autókban lévő légzsákok óriási többsége szerencsére, az autó élete folyamán sosem kerül felhasználásra. Mi történik ezekkel a légzsákokkal? Tipikusan az autókat az életük végén szétlapítják és újra hasznosítják, és a légzsákokat sosem távolítják el az autókból. Ez veszélyes lehet, hiszen ezek a légzsákok még mindig tartalmaznak nátrium azidot, amely az autó újrahaznosítási folyamata során veszélyezteti a munkásokat, megrongálhatja az újrahaznosító berendezést és károsíthatja a környezetet is.

E folyamat első lépése, hogy az autó testét szétlapítják. Ha egyszer már az autó lapos, lehetetlen megállapítani, hogy az tartalmazott-e légzsákokat. Ha a NaN_3 -ot tartalmazó tartó megsérül a lapítás folyamán, akkor a NaN_3 , mely potenciálisan mutagén és rákkeltő, kikerülhet a környezetbe.

Az autók újrahaznosításának következő lépése, hogy feldarabolják öklömnyi darabokra, hogy a különböző fémeket szét lehessen választani, és vissza lehessen nyerni. A folyamat során kibocsátott nátrium azid szennyezheti az itt visszanyert acélt, vasat és színesfémeket.

Azonban a nagyobb gondot az a nagy mennyiségű hő és súrlódás jelenti, melyet a daraboló idéz elő. Emlékeztünk, hogy a NaN_3 magas hőmérsékleten robbanva reagál, ezért amikor a légzsákok az autót feldaraboló berendezésen keresztül haladnak át, megvan a veszélye a begyulladásnak. Amennyiben a nátrium azid az autóban lévő nehézfémekkel, mint például az ólom vagy a réz, kapcsolatba kerül, ez a veszély fokozódik, mert ezek illékony robbanószerek keletkezése közben reagálhatnak vele.

Az autó darabjai egy vizes daraboló berendezésen is áthaladhatnak. Itt egy másik veszély merül fel, hiszen ha a NaN_3 vízben feloldódik, hidrogén azid (HN_3) keletkezhet:



A HN_3 nagyon mérgező, illékony (tehát könnyen a levegőbe kerül) és robbanékony.

Jobb megoldás a légzsák dobozát az előtt eltávolítani, hogy az autót szétlapításra vagy újrahaznosításra küldenek. Ez olcsóbb, egyszerűbb és hatékonyabb, és lehetővé teszi, hogy az autó biztonságosan újrahaznosítható legyen. Ezt a stratégiát az autó más veszélyes alkatrészeinél már használják, mint például az ólom akkumulátorházaknál. Azonban amíg az elemekből származó ólmot újra el lehet adni, addig jelenleg a légzsák dobozoknak nincs piaci értéke.

Források :

<http://www.howstuffworks.com/airbag.htm>

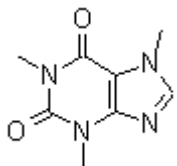
<http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Airbags/airbags.html>

http://www.lanl.gov/quarterly/q_sum03/chemistry.shtml

<http://www.lemurzone.com/airbag/inflate.htm>

Mivel a következő fordítási feladvány beküldési határideje meglehetősen közel van, íme egy szokásosnál tömörebb olvasmány, mely remélhetőleg serkentően fog hatni mindenkire. Természetesen a képeken szereplő szövegeket nem kell lefordítani.

How is coffee decaffeinated?



Coffeine, $C_8H_{10}N_4O_2$, also known as methyltheobromine is a substance found in tea, coffee, and cola that acts as a stimulant. It may cause nervousness, irritability, insomnia, and over-the-top website development. A 7 ounce cup of coffee can contain anywhere from 30 to 180 milligrams of caffeine- a little jolt that some coffee drinkers would rather do without. Caffeine has a bitter taste, so removing coffee's buzz need not spoil its flavor. Several technologies for selectively extracting caffeine have been used over the last century.

Organic solvent extraction

Toxic solvents were used in early decaffeination efforts, including benzene, chloroform, and trichloroethylene (TCE). Dichloromethane, CH_2Cl_2 , became the solvent of choice in the early 1970's because of its lower toxicity and its ability to selectively dissolve caffeine without carrying off sugars, peptides, and flavor ingredients. However, when evidence suggested that CH_2Cl_2 might be carcinogenic, its use was sharply curtailed [1].

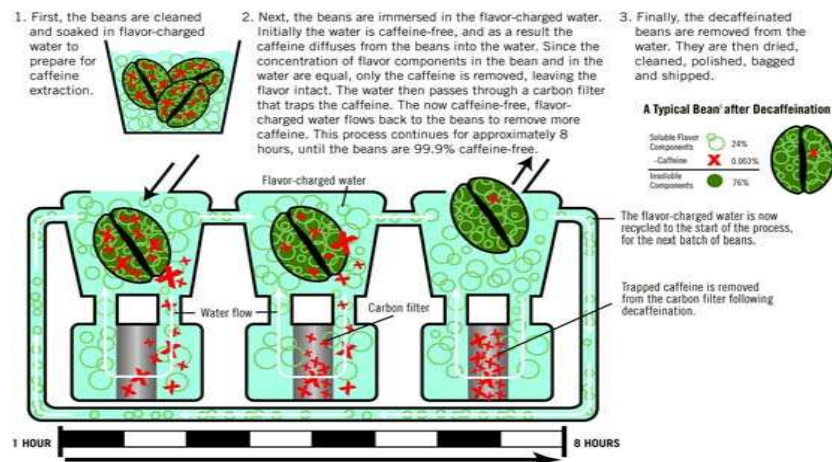
Ethyl acetate was used as a replacement for dichloromethane during the 80's and early 90's. Although it is moderately toxic, coffee makers touted ethyl acetate as "natural" because it was present in fruit.

Two nontoxic and more environmentally benign solvents are now used: water, and supercritical fluid carbon dioxide.

Water extraction

Hot water extracts both flavor ingredients and caffeine from green coffee beans. If the extract is passed through activated charcoal, most of the caffeine is removed. Soaking the original beans in the decaffeinated extract then restores most of their flavor.

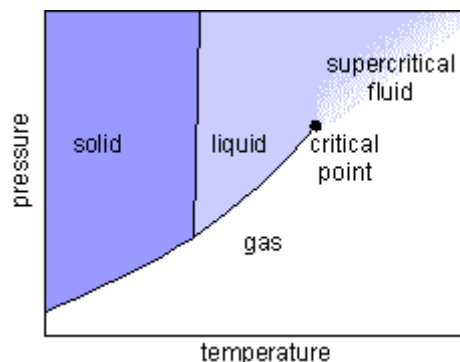
In the Swiss water process, caffeine-free "flavor charged water" is used to extract the caffeine from green coffee beans. Since the concentration of flavor components in the bean and in the flavor charged water is equal, only the caffeine is removed, leaving the flavor intact. The water then passes through a carbon filter that traps the caffeine. The now caffeine-free, flavor-charged water flows back to the beans to remove more caffeine. This process continues for approximately 8 hours, until the beans are 99.9% caffeine-free.



Supercritical fluid CO_2 extraction

When a sealed vial containing both gaseous and liquid carbon dioxide under high pressure is heated, the liquid density drops while the gas density rises. If

the pressure is above 72.8 atm, and the temperature rises above 304.2 K, the density of the liquid and the density of the gas become identical. The meniscus between the liquid and gas phases vanishes. The carbon dioxide becomes a supercritical fluid which has both gaslike and liquidlike properties. The fluid fills the container like a gas, but can dissolve substances like a liquid. Supercritical fluid carbon dioxide is an excellent nonpolar solvent for many organic compounds, including caffeine.



The extraction process is simple. Supercritical carbon dioxide is forced through green coffee beans. Its gaslike behavior allows it to penetrate deep into the beans, and it dissolves 97-99% of the caffeine present.

Coffee manufacturers recover the caffeine and resell it for use in soft drinks and medicines. The caffeine-laden CO₂ is sprayed with high pressure water and caffeine is then isolated by a variety of methods, including charcoal adsorption, distillation, recrystallization, or reverse osmosis.

Genetic engineering

Caffeine extraction is expensive, and some of coffee's more fragile flavor ingredients are always lost or changed in the extraction process. Recent advances in biotechnology may make caffeine extraction obsolete.

The final steps of caffeine synthesis in tea and coffee plants are catalyzed by an enzyme called caffeine synthase. Researchers in Japan and Scotland reported the first successful cloning of the gene that codes for caffeine synthase in 2000 [3]. Subsequent investigations will probably reveal ways to inactivate the gene, leading to tea and coffee plants that are unable to produce caffeine.

References

1. "Coffee Decaffeination Process and Cancer", in Cancer Facts, National Cancer Institute, National Institutes of Health.
2. O'Brien, M.J., Spence, J.E., Skiff, R.H., Vogel, G. J., Prasad, R.: "Caffeine Recovery from Supercritical Carbon Dioxide", US Patent 4.996.317, 1991
3. "Plant biotechnology: Caffeine synthase gene from tea leaves", Misako Kato, Kouichi Mizuno, Alan Crozier, Tatsuhiro Fujimura, Hiroshi Ashihara, Nature 406, 956 - 957 (31 August 2000).

Sources:

- <http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/consumer/faq/decaffeinating-coffee.shtml>
<http://www.swisswater.com/decaf/process/lesson3>

Minden lapon szerepeljen a beküldő neve, iskolája és osztálya!

Beküldési határidő: 2006. március 27.

A fordítást a következő címre küldjétek:

KÖKÉL Kémia idegen nyelven

ELTE Kémiai Intézet

Sztáray Judit

1518 Budapest 112., Pf.: 32

Sztáray Judit

MŰHELY



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

Sebestyén Annamária - Dr. Tóth Zoltán

Képlettel vagy következtetéssel?

Bevezetés

A kémia legtöbb témakörénél sor kerül összefüggések, törvényszerűségek olyan szintű tárgyalására, amelyhez numerikus feladatokra is szükség van. Egy-egy összefüggés vagy fogalom egyszerű számpélda segítségével tehető konkrétabbá. A kémiai ismeretek elsajátításában központi szerepe van a mennyiségek közötti kapcsolatok felismerésének, mely nélkülözhetetlen a feladatok megoldásához. A feladatmegoldás fő nehézségét ugyanis nem a számolási készség hiánya okozza, hanem az éppen szükséges kémiai fogalom vagy szabály, valamint a numerikus művelet és a kémiai tartalom összekapcsolásának bizonytalan ismerete.

Gyakran van szó olyan kémiai problémákról, amely megoldásához matematikai ismeretet kell felhasználni. Ezek közé tartozik az

arányosság. A problémamegoldásban gyakran találkozunk olyan feladatokkal, amelyek az egyenes arányosságon alapulnak. Pl.: koncentrációsámítás, moláris mennyiségekkel való számolás, összetétel-vizsgálat. Két változó mennyiség között az egyenes arányosság fejezi ki a lehető legegyszerűbb kapcsolatot, amelyet a természettudományok függvénykapcsolatként definiálnak.

Szakirodalmi áttekintés

Korábbi vizsgálatokból kiderült, hogy az egyenes arányosságon alapuló feladatmegoldásnak kétféle módja terjedt el az oktatásban: a képlettel és a következtetéssel (hármasszabállyal) történő számolás. Mielőtt rátérnénk vizsgálatunk eredményére, röviden tekintsük át, mit kell tudni a szóban forgó két módszerről (Zátonyi, 2001).

A képlettel történő feladatmegoldás jellemzői:

- A feladatok képlet alkalmazásával történő megoldásához a kémiai mennyiségeknek olyan meghatározására van szükség, amelyből direkt módon adódik a mennyiség kiszámításának a módja.
- Igényli a képlet ismeretét.
- Miután a tanuló az adatok kigyűjtésekor a kémiai mennyiségeket „átkódolta” a megfelelő kémiai jelekre, a továbbiakban a megoldást a formális műveletek szintjén e jelekkel végzi. Csak a válaszához kell visszatérnie a szavakkal történő megfogalmazáshoz.
- A feladatok megoldására a megadott mennyiségek közvetlen behelyettesítése után kerülhet sor, nincs szükség az egyes adatok ismételt újraértelmezésére.
- A tanulóknak elég egyetlen alapösszefüggést (alapképletet) ismernie a képletben szereplő bármelyik mennyiség kiszámításához. Ha szükséges, az összefüggés (egyenlet) két oldalának szorzása, illetve osztása révén juthat el a tanuló ahhoz a formulához, amelyben a keresett mennyiség önmagában áll az egyenlőség egyik oldalán.

- Az azonos típusú feladatokat mindig ugyanazoknak a lépéseknek az alkalmazásával tudja megoldani a tanuló. A feladatmegoldás algoritmizálható. Így hamar kialakulhatnak a tanulóban a feladatok megoldásához kapcsolódó képességek és készségek, amelyek jó megalapozást nyújtanak az összetettebb kémiai feladatok megoldásában is. (Zátonyi, 2001)
- Rövidebb időt vesz igénybe, mint a következtetéssel történő feladatmegoldás.
- Elősegíti a fejben történő számolást.
- A lépések kellő tudatosítása, rögzítése esetén a gyengébb előmenetelű tanulók is eredményesen tudják alkalmazni a képleteket a feladatok megoldásában.
- Ez az előny azonban könnyen a „visszájára” fordulhat. Ha ugyanis a tanulók csak mechanikusan keresik a feladat szövegéből az adatokat, s azokat behelyettesítve, kémiai tartalom elemzése nélkül jutnak el a végeredményhez, könnyen formálissá válhat a feladatmegoldás.

A következtetéssel történő számolás sajátosságai:

- A feladatok következtetéssel történő megoldásához a kémiai mennyiségek olyan értelmezésére van szükség, amely tudatosítja a tanulóban, hogy mekkora az egységnyi mennyiség.
- A feladatban megadott mennyiségek kigyűjtése után ebből az értelmezésből kiindulva a tanulóknak kell összehasonlítani az egységnyi mennyiséget a megadott mennyiségekkel.
- A tanulók újraértelmezik a kiindulásul szolgáló mennyiségeket, ezáltal mélyül, szilárdul e fogalmak kémiai tartalma, fejlődik a tanulók gondolkodása.
- A következtetést szavakkal és nem absztrakt jelekkel kell elvégezni.
- Ugyanakkor sok lépés megtételére van szükség, s minden egyes lépés hibaforrást jelenthet a tanuló számára.
- Viszonylag sok az írnivaló is, ha azt akarjuk, hogy világosan tükröződjék a gondolatmenet.

- Az adatok kigyűjtését célszerű a kémiai jelek alkalmazásával végezni. Ehhez a tanulóknak „át kell kódolniuk” a feladat szövegében lévő mennyiségeket a megfelelő kémiai jelekre. A megoldásban azonban e jelek nem kerülnek felhasználásra.
- Több ízben mértékegységet kell váltania a tanulóknak.
- Nehéz a feladatmegoldással kapcsolatos készségek kialakítása, mivel a megoldás során ismételt újabb értelmezés szükséges.
- A későbbi tanulmányok során számos olyan összefüggést ismernek meg a tanulók, amellyel kapcsolatban a feladatmegoldás során nem alkalmazható a következtetés.

Megjegyezzük, hogy az előbbi két módszer mellett - elsősorban az Amerikai Egyesült Államokban - használják az ún. dimenzióanalízissel történő számolást is (Tóth, 2000), amely a képlettel és a következtetéssel való számolás sajátos keveréke. A közelmúltban látott napvilágot egy olyan algoritmus (az ún. LEGO[®]-elv), amely kifejezetten a képlettel való számolásra épül (Molnár és Molnárné, 2005, 2006).

Korábbi kutatások szerint a tanulók elsősorban a képlettel való számolást használják.

Egy százalékszámításos feladatot tartalmazó vizsgálatban is a képlettel történő számolás bizonyult a leggyakoribbnak, ugyanakkor nem volt lényeges különbség a két módszer között a számolás eredményességét illetően (Tóth, 2002).

Egy másik felmérés három eltérő jellegű numerikus feladatot tartalmazott. Az első, hétköznapi problémát tartalmazó példával matematika órán találkozhattak a tanulók. A második feladat tipikusan fizikai feladat volt, míg a harmadik a kémia tárgykörébe tartozott némi fizikával fűszerezve. A harmadik feladat esetében a felmérést végző külön választotta a vizsgálat során az első lépésben megoldandó fizikai jellegű problémát a második lépésben kiszámítandó kémiai jellegű résztől. A fizikai jellegű feladatok megoldásakor a legtöbb tanuló képlettel számolt. A kémiai típusú probléma

megoldásában is nagymérvű képletalkalmazás volt tapasztalható a következtetéssel szemben. (Szakálas Viktória, 1998)

A két számítási módszer előfordulása a kémia tankönyvekben és példatárakban

Megvizsgáltuk, hogy a Magyarországon használt kémia tankönyvekben milyen gyakorisággal és milyen feladattípusok esetén szerepelnek a felmérésünkben szereplő kémiai problémák. Ezenkívül igyekeztünk minél több tankönyvet áttanulmányozni abból a szempontból, hogy a számítási feladatok megoldásának milyen „kapuit” nyitják meg a diákok előtt.

A vizsgálat során 45 tankönyvet vettünk szemügyre, amely a 7-11. évfolyamig terjedő kötetek mindegyikét tartalmazta.

A könyvek felében egyáltalán nem szerepelnek az általunk vizsgált kémiai problémák. Öt könyv csak elméleti síkon tárgyalja ezeket a fogalmakat. A megoldási módszereket is tartalmazó 18 könyvben sem szerepel a disszociációfok és a molalitás fogalma. A többi összefüggés is csak szinte kizárólag az oldatok tanítása során kerül elő.

A tankönyvek 39%-a a képlettel, 22%-a a következtetéssel és 39%-a mindkét módszerrel történő számolást bemutatja. Leggyakrabban a tömegszázalék számításának tanítása, amely szinte minden esetben szerepel. Egy, csak számolási példákat tartalmazó feladatgyűjteményben (Villányi: Ötösöm lesz kémiából) is mindössze az anyagmennyiség témakörénél találkozunk mindkét módszer bemutatásával. Itt is csak kb. 10% arányban. A többi esetben kizárólag a képlet alkalmazása dominál.

A kutatás célja

Kutatásunk során a következő kérdésekre kerestük a választ:

1. A két módszer közül melyikkel dolgoznak az elsőéves egyetemisták a sikeres feladatmegoldás érdekében?

2. Kimutatható-e összefüggés a feladatok megoldása során alkalmazott módszer és az eredményesség között?
3. A módszer megválasztása függ-e attól, hogy mennyire összetett a feladat, azaz, hogy a feladat egy lépéses, vagy csak több lépés kombinálásával lehet eljutni az eredményhez?

A kutatás módszerei és eszköze

Kutatásunkhoz írásbeli feladatokat használtunk. A feladatokat úgy válogattuk össze, hogy azok megoldásából, a kitűzött célnak megfelelően következtetni lehessen az arányosság felismerésére, az összefüggések, képletek értelemszerű használatára, a megoldási módszerre. A feladatsor egy bonyolultabb, ötlépéses példa kivételével egy lépéses feladatokat tartalmazott.

A felmérést zömében I. éves kémia tanár és vegyész hallgatók körében végeztük a Debreceni Egyetemen, akik a feladatlap megírásának fél évében egyetemi kurzus keretében találkoztak ilyen jellegű feladatokkal. Az egy lépéses feladatokat (1-13. feladatok) 42, az összetett feladatot (14. feladat) 106 egyetemista oldotta meg. Az egy lépéses és az összetett feladatok megírására különböző időpontban került sor. Így összesen mindössze 38 hallgató volt, aki mind a 14 feladattal találkozott. A feladatlapok három variációban készültek, de az egyes variánsok megfelelő feladatai csak az adatokban tértek el egymástól, ezért itt csak az egyik változatot mutatjuk be.

A feladatok:

1. Mennyi a tömege $7,00 \text{ cm}^3$ higanynak, ha a sűrűsége $13,6 \text{ g/cm}^3$?
2. Mennyi az anyagmennyisége 800 g kalcium-karbonátnak, ha CaCO_3 moláris tömege 100 g/mol ?
3. Hány molekulát tartalmaz $4,40 \text{ mol}$ etil-alkohol? ($N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$)
4. Mennyi az anyagmennyisége $38,2 \text{ dm}^3$ standardállapotú gáznak? ($V_m = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$)

5. A bauxit tömegének 60%-a alumínium. Hány kg bauxit tartalmaz 120 kg alumíniumot?
6. Egy alkohol-víz elegy 400 cm³-ében 50 cm³ alkohol van. Mennyi az elegy V/V%-os alkoholtartalma?
7. Hány mol konyhasó van abban az oldatban, amelynek konyhasótartalma 45,0 n/n%, és az oldat anyagmennyisége 70,0 mol?
8. Egy anyag disszociációjának mértéke (disszociációfoka) 0,34. Hány mol anyagból indultunk ki, ha 30,6 mol anyag disszociált?
9. Mennyi a tömegtörtje annak az oldatnak, amelynek 300 g-jában 45,0 g oldott anyag van?
10. A durranógázban az oxigén móltörtje 0,434. Hány mol oxigént tartalmaz 0,0736 mol durranógáz?
11. Egy oldat 1,80 mol/dm³ koncentrációjú az oldott anyagra nézve. Hány mol oldott anyagot tartalmaz az oldat 0,400 dm³-e?
12. A 16,0 g/dm³ tömegkoncentrációjú oldatnak milyen térfogata tartalmaz 6,00 g oldott anyagot?
13. Hány mol cukrot tartalmaz a 0,730 mol/kg molalitású cukoroldatban lévő 0,500 kg víz?
14. Mekkora térfogatú, 5,00 m/m%-os, 1,04 g/cm³ sűrűségű ezüst-nitrát szükséges ahhoz, hogy 50,0 g tömegű ezüst-kloridot állítsunk elő a következő reakcióegyenlet szerint?

$$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$$

Eredmények és értékelésük

Az 1. táblázat és az 1. ábra foglalja össze a hallgatók megoszlását az egy lépéses feladatok (1-13. feladatok) esetén a megoldási módszer és az eredményesség szerint. Az adatok statisztikai elemzése alapján megállapítható, hogy a felmérésben szereplő 13 mennyiség számítására a hallgatók elsősorban képleteket használtak. Mindössze egy esetben (tömegszázalék számítása – 5. feladat) találtuk a következtetéssel való számítást gyakoribbnak, mint a képlet használatát, és egy esetben (térfogatszázalék számítása – 6. feladat)

bizonyult a kétféle módszer egyenrangúnak az alkalmazás gyakoriságát tekintve.

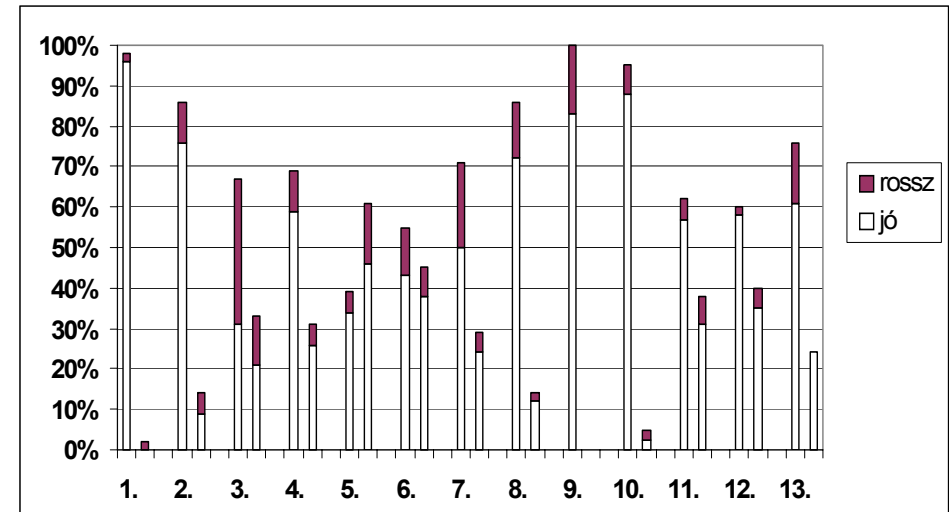
1. táblázat. Az egy lépéses feladatok megoldásának eredményei a kétféle módszer figyelembevételével. (A táblázatban lévő számok a hallgatók számát jelentik.)

Sűrűség (1.)	Képlettel (41)	Következtetéssel (1)
Jó (40)	40	0
Rossz (2)	1	1
Anyagmennyiség (2.) (tömegből)	Képlettel (36)	Következtetéssel (6)
Jó (36)	32	4
Rossz (6)	4	2
Anyagmennyiség (3.) (részecskeszámából)	Képlettel (28)	Következtetéssel (14)
Jó (22)	13	9
Rossz (22)	15	5
Anyagmennyiség (4.) (térfogatból)	Képlettel (29)	Következtetéssel (13)
Jó (36)	25	11
Rossz (6)	4	2
Tömegszázalék (5.)	Képlettel (16)	Következtetéssel (25)
Jó (33)	14	19
Rossz (9)	2	6
Térfogatszázalék (6.)	Képlettel (22)	Következtetéssel (18)
Jó (32)	17	15
Rossz (8)	5	3
Mólszázalék (7.)	Képlettel (30)	Következtetéssel (12)
Jó (31)	21	10
Rossz (11)	9	2
Disszociációfok (8.)	Képlettel (36)	Következtetéssel (6)
Jó (35)	30	5
Rossz (7)	6	1

Tömegtört (9.)	Képlettel (42)	Következtetéssel (0)
<i>Jó (35)</i>	35	0
<i>Rossz (7)</i>	7	0
Móltört (10.)	Képlettel (40)	Következtetéssel (2)
<i>Jó (38)</i>	37	1
<i>Rossz (4)</i>	3	1
Mólkoncentráció (11.)	Képlettel (26)	Következtetéssel (16)
<i>Jó (37)</i>	24	13
<i>Rossz (5)</i>	2	3
Tömegkoncentráció (12.)	Képlettel (25)	Következtetéssel (17)
<i>Jó (39)</i>	24	15
<i>Rossz (3)</i>	1	2
Molalitás (13.)	Képlettel (31)	Következtetéssel (10)
<i>Jó (35)</i>	25	10
<i>Rossz (6)</i>	6	0

A kétféle módszer eredményességét tekintve mindössze négy esetben találtunk szignifikáns különbséget a χ^2 -próba alapján. Mind a négy esetben (sűrűség számítása – 1. feladat; anyagmennyiség számítása térfogathoz – 4. feladat; tömegtört számítása – 9. feladat és móltört számítása – 10. feladat) a képlettel való számolás bizonyult szignifikánsan eredményesebbnek.

A 2. táblázatban az egy lépésben megoldható feladatok módszer szerinti eredményességét foglaltuk össze. A χ^2 -próba alapján megállapítható, hogy nincs szignifikáns különbség a kétféle módszer között a megoldás eredményességének tekintetében.



1. ábra. A jól és rosszul válaszoló tanulók %-ban megadott aránya az egylépéses feladatok esetén a kétféle stratégia figyelembevételével. (Az oszlopok alatt lévő számok a feladatok sorszámát jelölik. Az első oszlopban a képlettel, a második oszlopban a következtetéssel történő számolás eredményei láthatók.)

2. táblázat. A 13 egylépéses feladat megoldásának eredményességét és az alkalmazott megoldási módszert bemutató kontingenciátáblázat. (A táblázatban lévő számok a hallgatók számát jelentik.)

1-13. feladatok	Jó megoldás (449)	Rossz megoldás (93)
Képlettel (402)	337	65
Következtetéssel (140)	112	28

Az összetett, ötlépéses (14. feladat) részlépéseire vonatkozó adatokat a 3. táblázat és a 2. ábra mutatja. Látható, hogy az egylépéses feladatoknál tapasztalhatóhoz hasonlóan, a tömegszázalékkal (14/D) és a sűrűséggel (14/E) kapcsolatos számításra ebben az esetben is elsősorban következtetést (tömegszázalék), illetve képletet

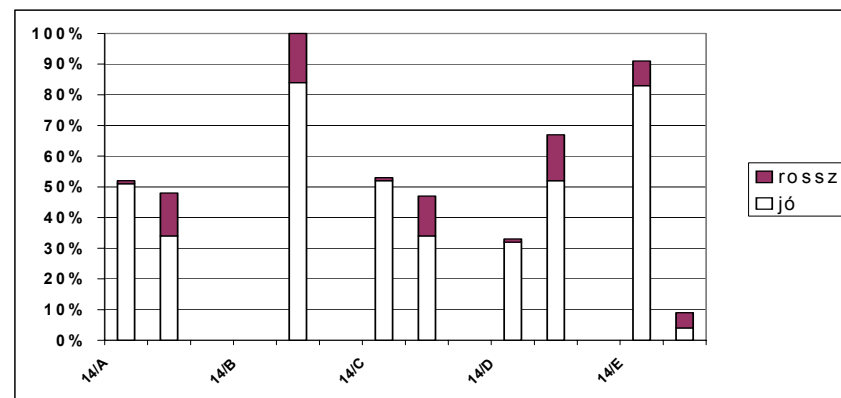
(sűrűség) használtak a hallgatók. Meglepő viszont, hogy a tömeganyagmennyiség átszámításra (14/A, 14/C) a korábban tapasztalt képlettel való számolás mellett összemérhető hányadban használtak a hallgatók következtetést is. Ugyanakkor mind a négy említett esetben a képlettel való számolás bizonyult eredményesebbnek.

3. táblázat. Az ötlépes feladat részlépései megoldásának eredménye a kétféle módszer esetén. (A táblázatban lévő számok a hallgatók számát jelentik.)

Anyagmennyiség (14/A) (tömegből)	Képlettel (50)	Következtetéssel (47)
Jó (82)	49	33
Rossz (15)	1	14
Következtetés reakcióegyenlet alapján (14/B)	Képlettel (0)	Következtetéssel (97)
Jó (81)	0	81
Rossz (16)	0	16
Tömeg (14/C) (anyagmennyiségből)	Képlettel (48)	Következtetéssel (43)
Jó (78)	47	31
Rossz (13)	1	12
Tömegszázalék (14/D)	Képlettel (30)	Következtetéssel (60)
Jó (76)	29	47
Rossz (14)	1	13
Térfogat (14/E) (sűrűségből)	Képlettel (88)	Következtetéssel (9)
Jó (84)	80	4
Rossz (13)	8	5

A továbbiakban megvizsgáltuk, hogy a feladat összetettsége befolyásolja-e az összetett feladat négy vizsgált elemének megoldási módszerét. A 4. táblázatban az egyes részlépésekre és a nekik megfelelő egylépes feladatokra vonatkozó adatok találhatóak ugyanazon hallgatók esetén. Ebben az összehasonlításban csak a

módszer szerint tettünk különbséget a megoldások között, az eredményességre nem voltunk tekintettel.



2. ábra. A jól és rosszul válaszoló tanulók %-ban megadott aránya az ötlépes feladat részfeladatainak megoldása esetén a kétféle stratégia figyelembevételével. (Az oszlopok alatt lévő megjegyzések a 14. feladat részlépéseire utalnak. Az első oszlopban a képlettel, a második oszlopban a következtetéssel történő számolás eredményei láthatók.)

A 4. táblázat adatainak statisztikai értékelése megerősíti az összetett feladat esetén írottakat, minthogy szignifikáns különbséget tapasztaltunk a feladat összetettségétől függően az anyagmennyiség – tömeg kapcsolatán alapuló számítás módszerében. Míg az egylépes feladatok esetén a képlettel való számolás volt a jellemző, az összetett feladat megoldása során nagyjából azonos gyakorisággal használtak a hallgatók képletet, illetve következtetést. Ezek az eredmények tehát azt jelzik, hogy a számítási módszer megválasztása bizonyos esetekben függ a feladat összetettségétől is.

A megoldási módszereknek a feladat jellegétől függő használata, variálása fontos ismérve a jó feladatmegoldók gondolkodásának. A párhuzamos feladatmegoldási módszerek tanításának pontosan az

a célja, hogy a tanulóknak kifejlesszük azt a metakognitív képességet és gondolkodási flexibilitást, hogy mindig a feladat jellegének megfelelő megoldási módszert használják. Egyetlen megoldási módszer (algoritmus) használata hozhat ugyan rövid távú eredményeket, de hosszabb távon nem szolgálja a problémamegoldásban alapvető stratégiaváltás képességének kifejlődését.

4. táblázat. Az ötlépéses feladat részlépései és a megfelelő egylépéses feladat megoldására használt módszerek összehasonlító adatai. (A táblázatban lévő számok a hallgatók számát jelentik.)

Anyagmennyiség - tömeg	<i>Képlettel (51)</i>	<i>Következtetéssel (20)</i>
2. feladat (38)	33	5
14/A részfeladat (33)	8	15
Anyagmennyiség - tömeg	<i>Képlettel (49)</i>	<i>Következtetéssel (22)</i>
2. feladat (38)	33	5
14/C részfeladat (33)	16	17
Tömegszázalék	<i>Képlettel (26)</i>	<i>Következtetéssel (42)</i>
5. feladat (38)	16	22
14/D részfeladat (30)	10	20
Sűrűség	<i>Képlettel (69)</i>	<i>Következtetéssel (1)</i>
1. feladat (38)	37	1
14/E részfeladat (32)	32	0

Következtetések

A kutatás elvégzése után a következő megállapításokat tehetjük:

1. Az elsőéves egyetemisták az egyszerű, arányosságon alapuló problémák megoldására elsősorban a képlettel való számolást használják. Kiugróan jellemző ez a módszer a sűrűség, az anyagmennyiség (tömegből), a disszociációfok, a tömegtört, a móltört és a molalitás számolása esetén. A következtetéssel történő számolás részaránya egyedül a tömegszázalék számításánál

haladja meg a képlettel való számolását, és nagyjából egyforma a két módszer előfordulásának gyakorisága a térfogatszázalék esetén.

2. Bár néhány esetben (sűrűség számítása, anyagmennyiség-térfogat kapcsolata, tömegtört és móltört számítása) a képlettel történő számítás szignifikánsan eredményesebbnek bizonyult, mint a következtetéssel való számolás, a vizsgált feladatok egészére vonatkozóan nem találtunk szignifikáns különbséget a két módszer között az eredményesség tekintetében.
3. Eddigi eredményeink alapján úgy tűnik, hogy a módszer megválasztása bizonyos esetekben (pl. anyagmennyiség-tömeg kapcsolata) függ attól, hogy mennyire összetett a feladat. Ennek a kérdésnek a megnyugtató megválaszolása azonban még további vizsgálatokat igényel.

Irodalom

Molnár József, Molnárné Hamvas Livia (2005): A LEGO®-elvről diákoknak. Középiskolai Kémiai Lapok, 32. évfolyam, 4. szám, 329. oldal.

Molnár József, Molnárné Hamvas Livia (2006): Kémiai számítások a LEGO®-elv alapján, A Kémia Tanítása, 14. évfolyam, 1. szám, 6. oldal.

Szakálas Viktória (1998): A tanulók módszerei az egyenes arányosságon alapuló numerikus problémák megoldásában. Szakdolgozat, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen, 1998.

Tóth Zoltán (2000): Kémiai számítások dimenzióanalízissel. A Kémia Tanítása, 8. évfolyam, 1. szám, 23. oldal.

Tóth Zoltán (2002): Tanulói stratégiákon alapuló feladatmegoldás kémiaórán: Százalékszámítás. Poszter a XX. Országos Kémia Tanári Konferencián, Eger.

Zátonyi Sándor (2001): Képességfejlesztő fizikatanítás. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 152–157. oldal.

NAPRAKÉSZ



Dr. Kovácsné Dr. Csányi Csilla

KÉMIATANÁROK FIGYELMÉBE

Kémiaoktatási konferenciák 2006. augusztusában

2006. augusztusa különösen gazdag lesz olyan rendezvényekben, amelyek alkalmasak a kémiatanárok szakmai és módszertani feltöltődésére.

A Magyar Kémikusok Egyesülete **augusztus 21. és 24. között Veszprémben** rendezi meg a **XXII. Országos Kémiatanári Konferenciát**, amely egyben 30 órás tanártovábbképzés is. A konferenciára még lehet jelentkezni, a tartalmi kivonatokat beküldési határideje április 1. (www.mke.org.hu)

Pár nappal később, **augusztus 27. és 31. között** kerül megrendezésre **Budapest**en az **1. Európai Kémiai Kongresszus** (*1st European Chemistry Congress*). A konferencián hat kémiai Nobel-díjas (Paul J. Crutzen, Jean-Marie Lehn, Oláh György, Sir John Walker, Kurt Wüthrich, Ahmed H. Zewal) tart plenáris előadást. A plenáris előadásokon kívül összesen 17 szekcióban kerülnek terítékre a kémiakutatás aktuális eredményei és kérdései. Az egyik ilyen szekció a kémia oktatás időszerű kérdéseivel foglalkozik (Teaching Chemistry – Past, Present and Future). A szóbeli előadások mellett kiállítások és poszterszekció is gazdagítja a konferencia programját. A magyar résztvevők 50%-os részvételdíj-kedvezményért pályázhatnak a Magyar Kémikusok Egyesületéhez. Az I. Európai Kémiai Kongresszusra már lehet jelentkezni, az angol nyelvű tartalmi összefoglalók beküldési határideje

pedig március 25. Részletes információk és on-line jelentkezés a konferencia honlapján (www.euchems-budapest2006.hu).

Az 1. Európai Kémiai Kongresszust követően **augusztus 31-én és szeptember 1-jén** kerül sor ugyancsak **Budapest**en a **8. Európai Kémiaoktatás Kutatása Konferenciára** (*8th European Conference on Research in Chemical Education*). A másfélnapos konferencián három plenáris és mintegy 30 szekcióelőadásra, valamint egy poszterszekcióra kerül sor. A plenáris előadások során Hans-Dieter Barke professzor (Németország) „A térlátás képessége és a tanulók tévképzeteinek kiküszöbölése a kémia oktatásában”, Mare Taagepera professzorasszony (USA) „A tudástér-elmélet alkalmazása a kémia oktatásában”, Csapó Benő professzor (Szegedi Tudományegyetem) pedig „A kémiai tudás formái: a kémiaoktatás lehetőségei a tanulók tudatának formálásában” címmel tart előadást. Szekcióelőadások a következő hat témakörben hangzanak el: (1) Tanárképzés a Bologna-dekrétum fényében; (2) Információs és kommunikációs technológia (IKT) a kémia oktatásában; (3) Nanokémia és a kémia oktatása; (4) Kontextusalapú kémiaoktatás; (5) Valódi kísérletek a kémia tanításában – mire van szükség? (6) Környezeti problémák megoldása: a zöld kémia. A programban látványos kísérleti bemutató is szerepel. A konferenciára már lehet jelentkezni, az angol nyelvű tartalmi összefoglalók beküldési határideje pedig március 31. Részletes információk és on-line jelentkezés a konferencia honlapján (www.ecrice8.mke.org.hu).

A Fodor József Országos Közegészségügyi Központ munkatársai „Általános ismeretek a kémiai biztonságról középiskolai tanulók részére” készített anyaga letölthető a Sulinet honlapjáról:

(<http://www.sulinet.hu/tart/ncikk/Rae/0/29291/index.htm>)

Beszámoló

a 2005. november 4-5-én megrendezésre került
Hlavay József Környezettudományi Diákkonferencia –
„Középiskolások a tudományért” rendezvényéről.

A 2005. november 4-5-én került megrendezésre Veszprémben, az MTA Veszprémi Területi Bizottságának székházában (Veszprém, Vár u. 37) a **Hlavay József Környezettudományi Diákkonferencia – "Középiskolások a tudományért" c. diákkonferencia.**

A konferencia házigazdája és szervezője a Veszprém Egyetem, Mérnöki Karának Föld- és Környezettudományi Tanszéke volt. A konferencián 30 hallgató, 22 előadásban számolt be munkájáról a Természetvédelmi, Vízkémia- és víztisztaság-, és Környezetvédelem szekciókban. A diákokat 18 pedagógus készítette fel 13 középiskola képviselőjében.

A konferenciát Dr. Mészáros Ernő, akadémikus, a MTA VEAB elnöke nyitotta meg, majd Dr. Bakos József egyetemi tanár előadása hangzott el „Fenntartható/zöld kémia és kémiai technológia” címmel. A diákok szakmai előadásai a következők voltak:

Természetvédelem szekcióban

Sághi Márton, Sipos Dávid, 12. évfolyam, Pápai Református Kollégium Gimnáziuma, Pápa
A pápai autóbusszállóudvar gyomnövényei
 Felkészítő tanár: Schweighoffer Ernőné Dr

Gombási Dóra, 11. évfolyam, Pápai Református Kollégium Gimnáziuma, Pápa
Gyapjas szövőlepké a Kupi erdőben
 Felkészítő tanár: Schweighoffer Ernőné Dr.

Horváth Ádám, 10. évfolyam, Öveges József Gyakorló Középiskola és Szakiskola, Budapest
Gyöngybagolyvédelem Magyarországon
 Felkészítő tanár: Szabó Mária

Németh Dóra, Plujzer Etelka, Huszár Vivien 13. évfolyam, Herman Ottó Szakképző Iskola, Szombathely
Levegőtisztaság vizsgálat fűn lakó (epifita) zuzmók segítségével
 Felkészítő tanár: Pálmai Angéla

Pittner Rebeka, 12. évfolyam, Pápai Református Kollégium Gimnáziuma, Pápa
Korán őszülő vadgesztenyefák
 Felkészítő tanár: Schweighoffer Ernőné Dr.

Futó Márton, 11. évfolyam, Öveges József Gyakorló Középiskola és Szakiskola, Budapest
A Ráckevei-Soroksári Duna-ág egy horgász szemével
 Felkészítő tanár: Tomsitsné Borik Irén

Szilágyi Tibor István, 11. évfolyam, Thuri György Gimnázium és Szakközépiskola, Várpalota
Geológiai örökségünk a Szent György-hegyen
 Felkészítő tanár: Szondáné Kovács-Molnár Márta

Tóth Eszter, Sóti Valentin 11. évfolyam, Svetozar Markovic Gimnázium, Szabadka, Szerbia és Montenegro
Meddig lehet a port a szőnyeg alá söpörni? Porszennyezés Szabadkán Felkészítő tanár: Dömök Éva

Vízkémia- és víztisztaságvédelem szekció

Cserti Sándor, 12. évfolyam, Zsigmondy Vilmos és Széchenyi István Szakképző Iskola, Nagykanizsa
A nagykanizsai Csónakázó-tó vízminősége
 Felkészítő tanár: Papp Mónika

Laki Andrea, 11. évfolyam, Ciszterci Szent István Gimnázium, Budapest
Mi van a Csórréten?
 Felkészítő tanár: Rideg Gabriella, Dr. Licskó István

Kuti Dávid, 12. évfolyam, Pápai Református Kollégium Gimnáziuma,
Pápa
Pápa város szennyvíztisztító telepe
Felkészítő tanár: Schweighoffer Ernőné Dr.

Nagy Enikő, Gerencsér Noémi, 13. évfolyam, Herman Ottó Szakképző
Iskola, Szombathely
*Tisztított szennyvíz hatása a természetes befogadó
vízminőségére*
Felkészítő tanár: Ekbauerné Molnár Gabriella

Torma Dániel, Joanidis Kristoforos, 9. évfolyam, ELTE Radnóti
Miklós Gyakorlóiskola, Budapest
Budapest talajvizének vizsgálata
Felkészítő tanár: Balázs Katalin

Tóth Eszter, 9. évfolyam, Szentendrei Református Gimnázium,
Szentendre
Vízvizsgálatok a Szelidi-tónál
Felkészítő tanár: Szakács Erzsébet

Walla Nóra, 12. évfolyam, Pápai Református Kollégium Gimnáziuma,
Pápa
Vízvizsgálatok a marcal folyón
Felkészítő tanár: Schweighoffer Ernőné Dr.

Zsolnay Gergely, 14. évfolyam, Irinyi János Környezetvédelmi,
Vegyészeti Szakképző Iskola, Budapest
A Pakura tavak múltja és jövője
Felkészítő tanár: -

Környezetvédelem szekció

Farkas Dóra, Vanyúr Blanka, 9. évfolyam, Zrínyi Miklós Gimnázium,
Szigetvár
Papírrestaurálás
Felkészítő tanár: Váray Károly

Fekete Áron, 9. évfolyam, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola,
Budapest
Nagy atomerőműi balesetek
Felkészítő tanár: Balázs Katalin

Horváth Evelin, Cseh Patrícia, 13. évfolyam, ELTE Herman Ottó
Szakképző Iskola, Szombathely
*Tüntető és építő- amerikai fantasy-film készül a Ság-
hegyen*
Felkészítő tanár: Ságiné Hende Adrienn

Kismihók Erika, 12. évfolyam, Öveges József Gyakorló Középiskola és
Szakiskola, Budapest
Csornán szélturbina felállítását tervezik
Felkészítő tanár: Tomsitsné Borik Irén

Kovács Mónika, 11. évfolyam, Kölcsey Ferenc Gimnázium,
Zalaegerszeg
*A megnövekedett gépjárműforgalom és hatásai iskolám
környezetében*
Felkészítő tanár: Pozsik Lajos

Bognár András, 11. évfolyam, Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg
*A megújuló természeti erőforrások lehetőségei
Magyarországon*
Felkészítő tanár: Tölgyesné Kovács Katalin

A Konferencián minden szekcióban I. II. és III. helyezéseket (könyvjutalmat, stb.), valamint egy különdíjat adtunk a kiemelkedő előadást tartó hallgatóknak.

Ez volt a harmadik konferencia, s nagy örömmel tapasztaltuk, hogy a diákkonferencián évről évre egyre jobb előadásokat hallunk a középiskolásoktól. Az előadók jól felkészültek a választott témából, előadói- és vitakészségük kiemelkedő. Külön öröm számunkra, hogy az előadások témái igen sokszínűek voltak, egyaránt hallhattunk víz- és levegőkörnyezettel, geológiával, és ökológiával foglalkozó munkákat, a konferencia méltán viselhetette a „Környezettudományi” jelzöt. Az előadások

értékelése során elsősorban a saját, önálló kutatómunkát díjaztuk, de fontos szempont volt még a téma szerencsés megválasztásán túl az előadás logikus, világos és szakmailag megalapozott felépítése, valamint az előadó-és vitakészség.

Szakmai programot színesítette, hogy látogatást szerveztünk a veszprémi Érseki Palotába, és a konferencia résztvevői számára volt egy fogadás, utána Ladányi Tamás csillagász tartott előadást és bemutatót.

Reméljük, hogy az évente megrendezésre kerülő konferencia további kedvet és lelkesedést hoz a diákoknak a tudományos munka végzésére, hogy a középiskola után kellő tapasztalattal folytathassák tanulmányaikat a környezettudományok terén.

A konferencia a résztvevők számára ingyenes volt, a szállás, az étkezés, a díjak költségeit pályázatok segítségével és a Magyar Kémikusok Egyesülete támogatásával tudtuk fedezni.

Eredmények:

Természetvédelem szekció

- I. helyezett:** **Tóth Eszter, Sóti Valentin** 11. évfolyam, Svetozar Markovic Gimnázium, Szabadka, Szerbia és Montenegro
MKE díjban részesültek.
- II. helyezett:** **Németh Dóra, Plujzer Etelka, Huszár Vivien** 13. évfolyam, Herman Ottó Szakképző Iskola, Szombathely
- III. helyezett:** **Futó Márton**, 11. évfolyam, Öveges József Gyakorló Középiskola és Szakiskola, Budapest

Különdíj: **Horváth Ádám**, 10. évfolyam, Öveges József Gyakorló Középiskola és Szakiskola, Budapest

Különdíj: **Szilágyi Tibor István**, 11. évfolyam, Thuri György Gimnázium és Szakközépiskola, Várpalota

Vízkémiá és víztisztaságvédelem szekció

I. helyezett: **Nagy Enikő, Gerencsér Noémi**, 13. évfolyam, Herman Ottó Szakképző Iskola, Szombathely
MKE díjban részesültek.

II. helyezett: **Laki Andrea**, 11. évfolyam, Ciszterci Szent István Gimnázium, Budapest

III. helyezett: **Tóth Eszter**, 9. évfolyam, Szentendrei Református Gimnázium, Szentendre

Különdíj: **Torma Dániel, Joanidis Kristoforos**, 9. évfolyam, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola, Budapest

Különdíj: **Walla Nóra**, 12. évfolyam, Pápai Református Kollégium Gimnáziuma, Pápa

Környezetvédelem szekció

I. helyezett: **Fekete Áron**, 9. évfolyam, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola, Budapest
MKE díjban részesült.

- II. helyezett:** **Farkas Dóra, Vanyúr Blanka**, 9. évfolyam, Zrínyi Miklós Gimnázium, Szigetvár
- III. helyezett:** **Horváth Evelin, Cseh Patrícia**, 13. évfolyam, Herman Ottó Szakképző Iskola, Szombathely
- Különdíj:** **Kismihók Erika**, 12. évfolyam, Öveges József Gyakorló Középiskola és Szakiskola, Budapest



Részvevők a Diákkonferencián

„VARÁZSTORONY” TERMÉSZETTUDOMÁNYOS JÁTSZÓHÁZ NYÍLIK AZ EGRI LYCEUMBAN

A természettudományos tantárgyak: a fizika, a kémia, a biológia és a földrajz sokszor csodálkozásra készítő, a bennünket körülvevő világ dolgainak, jelenségeinek megértését segítő ismereteket közvetítenek. Az iskolákban a pénz-, időhiány és egyéb okok miatt kevés lehetőség kínálkozik a kísérletezésre, ami pedig nélkülözhetetlen a természettudományos érdeklődés felkeltéséhez és fenntartásához.

Ezt a hiányt szeretnénk pótolni egy olyan kiállítás és játszóház létrehozásával, amelyben a látogatók

- érdekes, természetben zajló folyamatokat figyelhetnek meg az alapvető fizikai jelenségektől a kémiai reakciókon és a biológiai folyamatokon át az ökoszisztémák működéséig;
- saját maguk is végezhetnek kísérleteket, tudományos „játékokat” játszhatnak (interaktív kísérletezés), alapelv: a játszva tanulás;
- számítógépen természeti jelenségek eredeti felvételeit, animációit futtathatják, de lehetőség nyílik az Interneten természettudományos csatornák, honlapok böngészésére is;
- régi kísérleti eszközökből, tudománytörténeti könyvekből, feltárások ősmaradványaiból, növény- és állattani szemléltető eszközökből álló kiállítást tekinthetnek meg;
- rendkívüli, iskolában nem látott érdekes kísérletekkel színesített foglalkozásokon vehetnek részt.

Úgy gondoljuk, az itt szerzett ismeretek hasznosak lesznek az ide látogatóknak, és az itt eltöltött idő színvonalas szórakozást nyújt majd számukra.

Az elmúlt év végén megkezdődött a Varázstorony kialakítása. Helye az Eszterházy Károly Főiskola Lyceum tornyában („A” épület 6. emeletén), a Csillagászati Múzeummal szemközti Pedagógia-történeti Múzeum szomszédságában található.

Az ünnepélyes megnyitó április 25-én 16.00 órakor lesz.

A Varázstorony megnyitásánál különleges Guinness-rekord kísérletnek lehetünk majd tanúi: a kémia tanszék oktatói 24 órás, megszakítás nélküli kémiai kísérletsorozatot hajtanak végre. Sikeres kísérletük Guinness-alaprekordként kerül bejegyzésre.