

Dr. Dibó Gábor

Kombinatorikus kémia: egy új tudományág a harmadik évezred kapujában

A XX. század második felében a tudományok és a technika szédületes ütemű fejlődésének lehettünk tanúi. Új tudományágak születtek szinte a semmiből, ugyanakkor az egyes tudományterületek közötti határvonalak elmosódtak, a természettudományok egyre inkább interdiszciplinárisrá váltak.

Születése pillanatában kombinatorikus kémia alatt rendkívül nagyszámú (akár több millió) vegyület rövid idő (akár napok) alatt történő előállítását értették. A nyolcvanas évekl elején Furka Árpád professzor által vezetett kutatócsoportunk az ELTE Szerves Kémiai Tanszékén dolgozta ki az ún. osztásos–keveréses (angolul *split–mix*) szintézismódszert [1], amelynek alkalmazásával egyszerre több ezer vagy akár több millió vegyület előállítása vált lehetővé. Ezt úgy valósítottuk meg, hogy az egyes reakciópartnerek (pl. 20 aminosav-származék) összes lehetséges négytagú kombinációját ($20^4 = 160$ ezer tetrapeptid) egyszerre állítottuk elő. Az így kapott sokkomponensű vegyülettárak ('könyvtárak') valamilyen tulajdonság alapján ún. nagyhatékonyságú teszteléssel (angolul high-throughput screening, HTS) vizsgálhatók, amelynek eredménye alapján lehet kiválasztani ígéretes jelölteket (ún. vezérmolekulákat) a további célzott vizsgálatokhoz.

A későbbiekben mások megelégedtek kisebb méretű, de nagy diverzitású (azaz nagy változatosságú) könyvtárak előállításával. E célból ún. párhuzamos szintézisstratégián alapuló eljárásokat dolgoztak ki [2]. Ezek a könyvtárak ugyan kevesebb komponenst tartalmaznak, cserébe viszont az egyes komponensek külön azonosítást nem igényelnek.

A kombinatorikus kémia hamarosan teret nyert mind az alap-, mind pedig az alkalmazott kutatásban: az egyetemi kutató laboratóriumokban dolgozták ki azokat az új szintézisstratégiákat, amelyeket azután az ipari laboratóriumok valós problémák megoldására alkalmazhatták. A kombinatorikus módszerek bevezetésével különösen a gyógyszerkutatás, az agrokémia és anyagtudományok fejlődése kapott új lendületet.

Ezek közül, ebben a dolgozatban a gyógyszerkutatással foglalkozom részletesebben. Korunk gyógyszeriparának legfontosabb célja olyan új hatóanyagok felfedezése, amelyeket hagyományosan valamilyen természetes forrásból különítettek el, vagy mesterségesen állítottak elő egyenkénti szintézissel.

A kombinatorikus módszerek elterjedésével a vizsgálandó vegyületek száma hirtelen megsokszorozódott; az óriási számú minta tesztelése új és hatékony hatásvizsgálati módszerek kifejlesztését követelte meg. Hamarosan megjelentek a – már fentebb említett – nagy áteresztőképességű tesztelő módszerek (HTS).

Mind a kombinatorikus szintézis, mind pedig a HTS során minták, polimergyanták, reagensek százait kellett egyszerre mozgatni, áthelyezni egyik reakcióedényből a másikba, szétosztani, szortírozni. Eleinte csak az egyes részfolyamatokat automatizálták, újabban azonban elterjedtek a kémiai szintézist, valamint a biológiai tesztelést folyamatosan végző robotrendszerek. Napjainkban a vezető gyógyszergyárak kombinatorikus laboratóriumaiban napi több tízezer minta vizsgálatát végzik rutinszerűen. A felhasznált kiindulási anyagok, reagensek, oldószerek, valamint az elvégzett műveletek nyilvántartása, a komplex kémiai/biológiai vizsgálatok eredményei olyan hatalmas adathalmazt eredményeztek, amelyek feldolgozása, értékelése és értelmezése, csakis fejlett szoftverek és hatalmas komputerkapacitás segítségével lehetséges. Ily módon a kémiai informatika is bevonult a kombinatorikus kémiába. A kombinatorikus vegyész a fehérje/nukleinsav adatbankokból keresi ki a célfehérjéket, az informatikusok pedig speciális szoftvereket fejlesztenek könyvtártervezésre és azok virtuális tesztelésére a komputerképernyőn.

A kombinatorikus szemlélet nem maradt hatástalan a kémiai/biokémiai analitikai módszerek fejlődésére sem. A kombinatorikus könyvtárak kémiai jellemzése, az egyes komponensek tisztítása, elkülönítése új megoldandó feladatokat jelentett az analitikusok számára. Ezekre a kihívásokra válaszolva megjelentek az ultragyors analitikai módszerek, elkezdődött a készülékek miniatürizálása. Napjainkra bevezetésre kerültek olyan többcsatornás analitikai eszközök, amelyek lehetővé tették sok minta párhuzamos analizését, majd ezen a területen is megindult a komplex rendszerek magasszintű automatizálása. A műszerfejlesztések elsődleges célja az volt, hogy az érzékenységet nagyságrendekkel növeljék, az analizisidőt drasztikus csökkentsék, ugyanakkor nagyszámú minta egyidejű analízise váljon lehetővé. A már ismert

elválasztástechnikai (nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia, szilárdfázisú extrakció, kapilláris elektroforézis, túlnyomásos réteggromatográfia) illetve spektroszkópiai (infravörös és magmágneses rezonancia spektroszkópia, tömegspektrometria) módszereket ezeknek a céloknak a megvalósítására módosították, fejlesztették tovább. A bevezetett technológiai újítások soha nem látott, új lehetőségeket kínálnak nagyszámú minta egyidejű vizsgálatára (pl. kapilláris elektroforézis egyszerre 96 kapillárison), illetve komplex vegyülettárak komponenseinek azonosítása (pl. 4000 peptid tömegspektrometriás azonosítása egyetlen mintában).

2003-ban a genom projekt lezárult a teljes emberi genom meghatározásával [3]. A várakozással ellentétben az emberi genom mindössze alig több, mint 30 ezer gént kódol. Ezzel szemben a gének által definiált fehérjék összességét, az ún. proteomát, jelenlegi becslések szerint, több mint 500 ezer féle fehérje alkotja. Azon fehérjék száma, amelyeknek biológiai szerepe is ismeretes csupán néhány ezerre tehető. A "maradék" azonosítására és funkciójának meghatározására új stratégiát vezettek be, amelyet többféle elnevezéssel illet a szakirodalom: pl. kémiai biológia [4], vagy kémiai genetika [5]. Ezek közös lényege, hogy a fehérjéket kismolekulájú ligandumokkal hozzák össze abból a célból, hogy azonosítsák az olyan vegyületeket, amelyek a célfehérjéhez kötődve annak működését beindítják, gátolják vagy módosítják. A kémiai biológia végső célja, hogy sejtjeink minden egyes fehérjéjéhez legalább egy (lehetőleg csakis egy) specifikus ligandumot találjanak.

A jövő vegyiparának legfontosabb feladata előre meghatározott tulajdonságú, új anyagok (pl. szupravezetők, félvezetők, foto- és termokróm anyagok, folyadékkristályok, polimerek, katalizátorok) előállítása és fejlesztése. Ezt az igényt hagyományos módszerekkel sohasem lehetne kielégíteni, mivel azok a már meglévő anyagok módosításán, vagy analógok előállításán alapulnak. Egyedül a kombinatorikus megközelítéssel lehet szisztematikusan új anyagi minőséget létrehozni [6].

A kombinatorikus tudományok története látszólag mintegy húsz éve kezdődött néhány laboratóriumban. Kombinatorikus kémiát először mégsem szorgos kezek, hanem az anyatermészet alkalmazott, amikor kis számú építőközből, azaz húszféle aminosavból, ötféle nukleotidból és néhány monoszacharidból létrehozta azt a molekuláris diverzitást, amit életnek nevezünk. A "természetes" kombinatorikus kémia ezzel persze

nem ért véget. Például immunrendszerünk is azonnal "lázás" kombinatorikus szintézisbe kezd mihelyt idegen anyag kerül szervezetünkbe, azaz beindul milliónyi különféle antitest termelése. Ezek közül, bonyolult szabályozó rendszer segítségével, azok termelődése folytatódik tovább, amelyek a leghatékonyabban képesek felvenni a harcot a "betolakodókkal" szemben.

Az ezredfordulóra a kombinatorikus kémia már önálló tudományággá vált. Megjelentek a szakterület önálló folyóiratai, pl. a *Journal of Combinatorial Chemistry* (American Chemical Society), *Molecular Diversity* (Kluwer/ESCOM), *Combinatorial Chemistry & High-Throughput Screening* (Bentham Science Publishers).

2000-ben Londonban megalakult a kombinatorikus kémikusok öszeurópai társasága a *European Society for Combinatorial Sciences* (ESCS), tiszteletbeli elnöke Furka Árpád, az ELTE professzora. A társaság első szimpóziumára (*Eurocombi-1*) 2001-ben Budapesten az ELTE Konferencia Központjában került sor.

[1] Furka, Á., *Notarized Report*, **1982**. (in Hungarian); Furka, Á., Sebestyén, F., Asgedom, M., Dibó, G., *14th Int. Congress Biochem.*, Prague, **1988**; *Int. J. Peptide Prot. Res.* **1991**, *37*, 487–493.

[2] *Methods in Enzymology: Combinatorial Chemistry, Part B* **2003**, *369*, 39–528.

[3] International Human Genome Sequencing Consortium. (2001) *Nature (London)* **409**, 860-921; Venter, J. C. , Adams, M. D. , Myers, E. W. , Li, P. W. , Mural, R. J. , Sutton, G. G. , Smith, H. O. , Yandell, M. , Evans, C. A. , Holt, R. A. , *et al.* (2001) *Science* **291**, 1304-1351; Carroll, S.B., *Nature*, **2004**, *422*, 849–857.

[4] Schreiber, S.L., Nicolaou, K.C., *Chemistry & Biology*, **1994**, *1*, 1.

[5] Mayer T.U., *Science*, **1999**, *286*, 971–974.

[6] Maier, W.F., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **1999**, *38*, 1216–1218.

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

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

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2010. április 1-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Iryni János Gimnázium és Szakközépiskola
 4024 Debrecen
 Iryni utca 1

K126. Az „A” és „B” vegyület a CaCl_2 különböző kristályvíz tartalmú vegyülete. Az „A” vegyületben a Ca^{2+} -ion mennyisége 31,00 m/m%, a „B” vegyületben 18,26 m/m%. A 0°C -on telített oldataik Ca^{2+} -ionra nézve 13,45 m/m%-osak.

- Mi a két vegyület kristályvíz-anyagmennyiségének aránya?
- Határozd meg az „A” és „B” vegyületek oldhatóságát 0°C -on $m_A/100g$ víz és $m_B/100g$ víz egységben!
- Egyenértékű-e a következő két állítás (I. és II.) egymással? Miért?
 A Ca^{2+} -ion oldhatósága 100,00 g 0°C -os oldatban 13,45 gramm.
 86,55 gramm 0°C -os vízben 13,45 gramm Ca^{2+} -ion oldódik.

K127. Kísérleti berendezésben N_2 és H_2 reakcióját tanulmányozzák. A sztöchiometrikus gázelegy –az ugyanolyan állapotú-levegőre vonatkoztatott sűrűsége 0,293. A $\text{N}_2+3\text{H}_2\leftrightarrow 2\text{NH}_3$ egyensúlyra vezető

reakcióját T_1 és T_2 ($T_1 < T_2$) hőmérsékleten vizsgálva megállapították, hogy az egyensúlyi gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége T_1 hőmérsékleten 0,326, T_2 hőmérsékleten 0,379. Hányszor több N_2 molekula lépett reakcióba T_2 hőmérsékleten, mint T_1 -n?

K128. A táblázatban közölt információk alapján határozd meg, mi a kérdéses I., II., III -as jelű gáz!

Milyen reakciósorozattal lehet előállítani I \rightarrow III -as, majd a III \rightarrow II –es vegyületet? Írd fel a reakcióegyenleteket !

Írd le a III. vegyület biztonságára vonatkozó „R” és „S” mondatokat!

A II. gáz izzó magnéziummal hevesen reagál, fehér és fekete színű, szilárd halmazállapotú a keletkező végtermék. Értelmezd a reakciót !

Szemponatok:	I.	II.	III.
Relatív sűrűség	H_2 -re vonatkoztatva: 22	He-ra számítva : 11	CH_4 -ra nézve: 2,75
Éghetőség oxigénben	X	–	X
Égéséhez az O_2 anyagmennyiség aránya	1: 5	–	2: 5
Előfordulása a cigaretta-füstben	–	X	X
Vízben való oldódása	–	X	X
A vegyületben az oxigén 36m/m\% -nál nagyobb	–	X	X
A vegyületet alkotó atomok elektronegativitása	$\text{EN}_1= 2,1$ $\text{EN}_2= 2,5$	$\text{EN}_1= 2,5$ $\text{EN}_2= 3,5$	$\text{EN}_1= 2,1$ $\text{EN}_2= 2,5$ $\text{EN}_3= 3,5$
A molekulában meglévő legnagyobb kötésszög	$109,5^\circ$	180°	$109,5^\circ$

K129. Egy regionális kémiaverseny szervezői a laboratóriumi fordulóra titrálási feladatot terveztek, melyhez kb. $7,0\text{dm}^3$ térfogatú $0,1\text{mol/dm}^3$

koncentrációjú AgNO_3 mérőoldatra van szükség .A vegyszerkatalógusokat áttekintve két árajánlatot kellett fontolóra venni.

I./ A $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú AgNO_3 -oldat $1,0 \text{ dm}^3$ -es kiszerezésben 5370 forint*,

II./ Az $1,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú AgNO_3 -oldat $1,0 \text{ dm}^3$ -es kiszerezésben 38 025 forint .

Ez utóbbit a laboratóriumban desztillált vízzel hígítani kell, a deszt.víz előállítás költsége 500 Ft/liter.

Hány %-os költségmegtakarítás lehetséges köbdeciméterenként azáltal, hogy az $1,0 \text{ mol/dm}^3$ töménységű oldatot vásárolják meg, s a laboratóriumban készítenek belőle $0,1 \text{ mólos}$?

Nevez meg további 2 érvet, hogy miért az $1,0 \text{ mólos}$ oldatot célszerű vásárolni?!

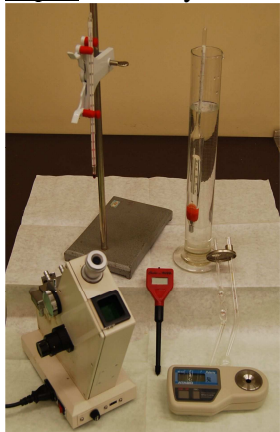
Nevez meg 2 indokot, hogy mi szólhat a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú AgNO_3 -oldat vásárlása mellett?

(* az árak az ÁFA-t nem tartalmazzák, s tájékoztató jellegűek)

K130. a) Milyen mennyiségeket ,és milyen egységben mérnek a következő laboratóriumi eszközök: **areométer, hőmérő, kaloriméter, konduktométer,**

pH-mérő,polariméter, refraktométer?Amennyiben ezeket a víz jellemző adatainak mérésére használtuk(standard körülmények között), milyen mérőszámokat kaptunk? A válaszokat foglalj össze táblázatosan!

Képek: néhány eszköz, ill. a refraktométer skálája hitelesítéskor



b) Vízben szőlőcukrot oldunk,s az oldatot is megvizsgáljuk a fenti módon. Mely eszközök mutattak nagyobb értéket a vízéhez képest? Volt-e kisebb érték a tiszta oldószerhez képest? Van-e egyezés?

c) Számos mérőműszerhez tartozik termosztát. Ennek mi a szerepe ?

d) $10,00 \text{ cm}^3$ híg sósavat desztillált vízzel $100,00 \text{ cm}^3$ –re tovább hígítunk. Hogyan, s hány egységgel változott a pH-ja ?

A verseny állása az első két forduló után:

Név	Iskola	I.ford.	II.ford	Össz.
Bacza Alexandra	Kaposvár,Táncsics G.	11	—	11
Bajnok Eszter	Bp.Fazekas M.Gimn.	23	22	45
Bali Dominika	Bonyhád,Evang.Gimn.	10	8	18
Bánóczy Lili	Kaposvár,Táncsics G.	11	—	11
Bókon András	Sopron, Szt.Orsolya G.	—	18	18
Erdősi Réka	Bonyhád,Evang.Gimn.	—	5	5
Farkas Eszter	Bonyhád,Evang.Gimn.	11	5	16
Horváth Benjámin	Kaposvár,Táncsics G.	11	7	18
Hunka Balázs	Kaposvár,Táncsics G.	7	10	17
Jenei Márk	Bp.Fazekas M.Gimn.	18	19	37
Kosztich Anna	Kaposvár,Táncsics G.	12	—	12
Kőműves Boglárka	Bonyhád,Evang.Gimn.	11	11	22
Lauter Dóra	Dabas, Táncsics Gimn.	19	—	19
Lövi Vilmos	Kaposvár,Táncsics G.	6	15,5	21,5
Magyar Ceália	Kaposvár,Táncsics G.	4	—	4
Magyari Sarolt	Bp.Fazekas M.Gimn.	24	21	45
Nagy Fruzsina	Bp.Fazekas M.Gimn.	—	22,5	22,5
Rutkai Zsófia Réka	Bp.Jedlik Ányos Gimn.	24	23	47

Szécsényi Andrea	Bonyhád, Evang. Gimn.	—	13,5	13,5
Szira Flóra	Kaposvár, Táncsics G.	2	—	2
Vámi Tamás Álmos	Bonyhád, Evang. Gimn.	19	23	42
Zakariás Fanni	Kaposvár, Táncsics G.	—	17	17
Versenyző*(név nélküli)	Sopron, Szt. Orsolya G.	—	23,5	23,5

Feladatok haladóknak

Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarf@chem.elte.hu, szilard.varga@bolyai.elte.hu)

Megoldások

H116.

A megoldás során szükségünk lesz a víz, a bárium-klorid és a bárium-szulfát moláris tömegére: $M(\text{H}_2\text{O})=18 \text{ g/mol}$, $M(\text{BaCl}_2)=208,3 \text{ g/mol}$, $M(\text{BaSO}_4)=233,3 \text{ g/mol}$. A kristályvizes bárium-klorid képlete legyen $\text{BaCl}_2 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$.

A feladat értelmezésében egy fontos gondolat, hogy a kísérletekben a kristályvizes só mindig telített oldatokkal van egyensúlyban. Az első kísérletben a kiindulási vízmennyiség a feloldódott kristályvizes só víztartalmával növekszik, míg a második esetben a kiindulási vízmennyiség egy része átmeleg a szilárd fázisba kristályvíz formájában.

Az első kísérletben 10,00 gramm kristályvizes bárium-kloridot alkalmaztunk. Az oldatban maradó BaCl_2 -ből azonos anyagmennyiségű BaSO_4 keletkezik híg kénsav hatására, így az oldatba került BaCl_2 anyagmennyisége: $4,261/233,3=0,01826 \text{ mol}$, melynek tömege $0,01826 \cdot 208,3 \text{ g}=3,8044 \text{ g}$. Az oldódáskor a BaCl_2 mellett a kristályvízből „beoldódó” vízmennyiség is a folyadék fázis tömegét fogja növelni. A BaCl_2 -dal együtt $0,01826 \cdot n$ mólnyi víz került az oldatba, melynek tömege: $0,01826 \cdot 18 \cdot n \text{ g}=0,3288 \cdot n \text{ g}$. Az oldat tömege az eredeti vízmennyiség (10,00 g) és a beoldódott kristályvizes bárium-klorid (BaCl_2 + kristályvíz) tömegének összege: $10,00 \text{ g} + 3,8044 \text{ g} + 0,3288 \cdot n \text{ g}$, melyből felírható a

telített oldat tömegszázalékos BaCl_2 -tartalma (a mennyiségek grammban értendők):

$$w = \frac{3,8044}{13,8044 + 0,3288 \cdot n}$$

A második kísérletben hasonló elgondolásokkal $3,525/233,3 \text{ mol}=0,01511 \text{ mol}$ BaCl_2 volt az oldatban (ez megfelel $0,01511 \cdot 208,3 \text{ g}=3,1473 \text{ g}$ oldott anyagnak), míg a BaCl_2 összmennyisége $10/208,3 \text{ mol}=0,0480 \text{ mol}$. Így a kettő közötti különbség, $0,0480 \text{ mol}-0,01511 \text{ mol}=0,0329 \text{ mol}$ a szilárd fázisban maradt, természetesen kristályvizes formában. Ennek tömege így $0,0329 \cdot (208,3+18 \cdot n) \text{ g}$, az oldat tömege pedig adódik a kiindulási össztömeg (20 g) és a kristályvizes bárium-klorid tömegének a különbségeként: $20 \text{ g}-0,0329 \cdot (208,3+18 \cdot n) \text{ g}=13,1473 \text{ g}-0,5922 \cdot n \text{ g}$. Így ismét felírható a tömegszázalékos összetétel:

$$w = \frac{3,1473}{13,1473 - 0,5922 \cdot n}$$

Mindkét kísérletben természetesen ugyanaz a telített oldat tömegszázalékos összetétele, így felírható a következő egyenlet:

$$\frac{3,8044}{13,8044 + 0,3288 \cdot n} = \frac{3,1473}{13,1473 - 0,5922 \cdot n}$$

Az egyenletet megoldva: $n = 1,999 \approx 2$, tehát a kristályvizes bárium-klorid képlettel: $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$. Az egyenletből adódik, hogy a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldat 26,3 tömeg% BaCl_2 -ot tartalmaz.

A harmadik kísérletből megállapítható a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített BaCl_2 -oldat tömeg%-os összetétele. A BaSO_4 csapadék tömegéből az oldat BaCl_2 -tartalma: $6,453/233,3 \text{ mol}=0,02766 \text{ mol}$, mely $0,02766 \cdot 208,3 \text{ g}=5,7616 \text{ g}$. Hasonlóan a kiindulási BaCl_2 mennyiség: $10/(208,3+18 \cdot 2) \text{ mol}=0,04093 \text{ mol}$. Így szilárd fázisban maradt $0,04093 \text{ mol}-0,02766 \text{ mol}=0,01327 \text{ mol}$, melynek tömege $0,01327 \cdot (208,3+18 \cdot 2) \text{ g}=3,2427 \text{ g}$. A sóval egyensúlyban lévő oldat tömege: $20 \text{ g}-3,2427 \text{ g}=16,7573 \text{ gramm}$, így a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -os oldatban a BaCl_2 tömegszázaléka: $5,7616/16,7573 = 0,344=34,4 \%$.

A feladat második részét legkönnyebben úgy oldhatjuk meg, ha egy ismeretlen mennyiségű (x gramm tömegű) $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatból

indulunk ki. A célként szereplő 100,0 g kristályos bárium-kloridban $100/(208,3+18\cdot 2)\cdot 208,3\text{ g}=85,26\text{ g BaCl}_2$ és 14,73 g víz van. Az $x\text{ g}$ tömegű 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk, ekkor kiválik 100,0 g kristályvíz tartalmú bárium-klorid (ebben 85,26 g a BaCl_2 tömege) és marad $(x-100)\text{ g}$ 20 °C-on telített oldat. Így a megfelelő összetételekkel a következő egyenletet lehet felírni a bárium-klorid tartalomra:

$$0,344 \cdot x = 0,263 \cdot (x - 100) + 85,26$$

Az egyenlet megoldása: $x = 730,5\text{ g}$ 80 °C-on telített oldat. Ebben van $0,344\cdot 730,5\text{ g}=251,2\text{ g BaCl}_2$, melynek tömege a kristályvizet formára átszámítva: $251,2/208,3\cdot(208,3+18\cdot 2)=294,6\text{ g}$. Az oldat és a kristályvizet sós tömegének különbségeként adódik az oldat készítéséhez használt víz tömege: $730,5\text{ g}-294,6\text{ g}=435,9\text{ g}$. Tehát 294,6 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{ H}_2\text{O}$ -ból és 435,9 g vízből kell 80 °C-on telített oldatot készíteni, hogy azt lehűtve 100,0 g kristályvizet bárium-kloridot tudjunk előállítani.

A beérkezett feladatok között sok a szép, gondos munka. Voltak, akik viszonylag hosszadalmasan oldották meg a feladatot, ám érkeztek igen frappáns megoldások is. Annak ellenére, hogy a feladat megoldása során igen sok számítást kell elvégezni, az eredmények általában igen pontosak.

Benkő Zoltán

H117.

Az ionok koncentrációi:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{Mg}^{2+}] = 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3,$$

$$c_{\text{HCO}_3^-} = 6,56 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

a) El kell dönteni, hogy az először MgCO_3 -ra vagy Mg(OH)_2 -ra válik-e telítetté:

Ha Mg(OH)_2 -ra telítődik először az oldat:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{L_{\text{Mg(OH)}_2}}{[\text{Mg}^{2+}]}} \Rightarrow \text{pH} = 10,11$$

$$\alpha_{\text{H}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_2} + \frac{[\text{H}^+]}{K_2 K_1} = 2,607$$

Feltétel ellenőrzése:

$$[\text{Mg}^{2+}]c_{\text{HCO}_3^-} = 7,015 \cdot 10^{-6} < L_{\text{MgCO}_3} \alpha_H = 2,606 \cdot 10^{-5},$$

tehát a feltétel igaz, az oldat pH=10,11-nél válik telítetté

Mg(OH)₂-ra. (2 pont)

b) Az előzőekből látható, hogy a Mg-csapadékok közül először a hidroxid válik le. Az oldhatósági szorzatokból látható, hogy a Mg(OH)_2 biztosan előbb válik le, mint a Ca(OH)_2 , és a CaCO_3 biztosan előbb válik le, mint a MgCO_3 . Tehát el kell dönteni, hogy Mg(OH)_2 -ra vagy CaCO_3 -ra válik telítetté először az oldat. Ha a CaCO_3 válik le először, akkor a küszöb pH: A pont telített oldatban:

$$[\text{Ca}^{2+}]c_{\text{HCO}_3^-} = 1,033 \cdot 10^{-5} = L_{\text{CaCO}_3} \alpha_H \Rightarrow \alpha_H = 2151,52$$

$$2151,52 = 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_2} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_2 K_1} \Rightarrow \text{pH} = 7,07$$

Tehát a küszöbérték pH=7,07, mivel itt még a Mg(OH)_2 nem válik le, a Ca(OH)_2 pedig nyilván nem válhat le a fent említett ok miatt. (4 pont)

c) $[\text{Mg}^{2+}]c_{\text{HCO}_3^-} = 7,015 \cdot 10^{-6} < L_{\text{MgCO}_3}$, tehát az oldat soha nem válik

telítetté **MgCO₃-ra. (1 pont)**

d) Az előző számításokból kiderül, hogy ezen a pH-n csak CaCO_3 válik le. Ha $x\text{ mol/dm}^3$ -nek megfelelő csapadék válik ki:

$$[\text{Ca}^{2+}] = (1,58 \cdot 10^{-3} - x) \text{ mol/dm}^3$$

$$c'_{\text{HCO}_3^-} = (6,56 \cdot 10^{-3} - x) \text{ mol/dm}^3$$

$$L_{\text{CaCO}_3} \alpha_H = 1,028 \cdot 10^{-6} = (1,58 \cdot 10^{-3} - x)(6,56 \cdot 10^{-3} - x)$$

$$\Rightarrow x = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 1,99 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 2,42 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 5,04 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = 1,20 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Az egyéb ionok koncentrációi az eredeti oldatával azonosak. **(3 pont)**
Klencsár Balázs

H118.

Megmutatjuk, hogy egyértelmű függvénykapcsolat áll fenn az oldat tömegszázalékos NaN_3 -tartalma (w), az oldattal egyensúlyban lévő légtér HN_3 -tartalma (φ) és az oldat hidrogénion-koncentrációja ($[\text{H}^+]$) között. A számolás során kihasználjuk, hogy az oldat viszonylag híg, ezért sűrűsége a vízával megegyezik.

$$w = \frac{100m_{\text{NaN}_3}}{m_{\text{oldat}}} = \frac{100M_{\text{NaN}_3} n_{\text{NaN}_3}}{m_{\text{oldat}}} = \frac{100M_{\text{NaN}_3} n_{\text{NaN}_3}}{V_{\text{oldat}} \rho_{\text{oldat}}} =$$

$$= \frac{100M_{\text{NaN}_3} c_{\text{NaN}_3} V_{\text{oldat}}}{V_{\text{oldat}} \rho_{\text{oldat}}} = \frac{100M_{\text{NaN}_3} c_{\text{NaN}_3}}{\rho_{\text{oldat}}}$$

$$c_{\text{NaN}_3} = [\text{N}_3^-] + [\text{HN}_3] = [\text{HN}_3] \left(1 + \frac{[\text{N}_3^-]}{[\text{HN}_3]} \right) = [\text{HN}_3] \left(1 + \frac{K_a}{[\text{H}^+]} \right)$$

$$K_H = \frac{p_{\text{HN}_3}}{[\text{HN}_3]} = \frac{10^{-6} p_0 \varphi}{[\text{HN}_3]}$$

Innen:

$$\varphi = \frac{10^6 K_H [\text{HN}_3]}{p_0} = \frac{10^6 K_H c_{\text{NaN}_3}}{p_0 \left(1 + \frac{K_a}{[\text{H}^+]} \right)} = \frac{10^4 K_H \rho_{\text{oldat}} w}{p_0 M_{\text{NaN}_3} \left(1 + \frac{K_a}{[\text{H}^+]} \right)}$$

Behelyettesítve a

$$K_H = 133,322 \cdot 84 \text{ Pa dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{ Pa dm}^3 \text{ mol}^{-1},$$

$$\rho_{\text{oldat}} = 1000 \text{ g/dm}^3, p_0 = 101,3 \text{ kPa}, M_{\text{NaN}_3} = 65,0 \text{ g/mol},$$

$$K_a = 6,46 \cdot 10^{-8} \text{ értékeket:}$$

$$\varphi = \frac{17008w}{1 + \frac{6,46 \cdot 10^{-8}}{[\text{H}^+]}}$$

- a) Már első ránézésre feltűnik, hogy a HN_3 gyenge sav, ezért $\text{pH} = 3$ esetén túlnyomórészt protonált formában van jelen az oldatban. Ez a HN_3 folyadék- és gázfázis közti megoszlását erősen a jobb oldal felé tolja el.

Behelyettesítve $w = 0,1 \text{ m/m}\%$ -ot, $\varphi = 1700 \text{ ppm}$ -et kapunk, ami nagyobb, mint a kritériumként megadott 1 ppm . Látható, hogy a feladat teljesíthetlensége csakis a viszonylag alacsony pH -n múlik.

- b) Tekintsük azt az esetet, amikor az 1-2. feltételek teljesülnek! A fenti számítás alapján

$$c_{\text{NaN}_3} = [\text{N}_3^-] + [\text{HN}_3] = [\text{N}_3^-] \left(1 + \frac{[\text{HN}_3]}{[\text{N}_3^-]} \right) = [\text{N}_3^-] \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_a} \right)$$

$$\text{és } w = \frac{100M_{\text{NaN}_3} c_{\text{NaN}_3}}{\rho_{\text{oldat}}}, \text{ ahonnan } c_{\text{NaN}_3} = 0,0154 \text{ mol/dm}^3 \text{ és}$$

$$[\text{N}_3^-] = \frac{0,01 \rho_{\text{oldat}} w}{M_{\text{NaN}_3} \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_a} \right)} = 9,94 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3. \text{ A citromsav-}$$

tartalmat a töltésmérlegből számítjuk ki, amihez ismernünk kell a citrát-specieszek eloszlását:

$$[\text{H}_3\text{A}]:[\text{H}_2\text{A}^-]:[\text{HA}^{2-}]:[\text{A}^{3-}] = \frac{[\text{H}^+]^3}{K_1 K_2 K_3} : \frac{[\text{H}^+]^2}{K_2 K_3} : \frac{[\text{H}^+]}{K_3} : 1 =$$

$$= 15964 : 13889 : 250 : 1.$$

$$\alpha_H = 15964 + 13889 + 250 + 1 = 30104$$

Innen a töltésmérleg, majd a citrát, végül a citromsav-koncentráció:



$$10^{-3} + 1,54 \cdot 10^{-2} = (13889 + 500 + 3)[\text{A}^{3-}] + 9,93 \cdot 10^{-7} + 10^{-11}$$

$$[\text{A}^{3-}] = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$c_{\text{citromsav}} = [\text{H}_3\text{A}] + [\text{H}_2\text{A}^-] + [\text{HA}^{2-}] + [\text{A}^{3-}] = \alpha_{\text{H}}[\text{A}^{3-}] = 3,43 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

Tekintsük most azt az esetet, amikor a 2-3. feltétel teljesül: $w = 0,1 \text{ m/m\%}$ -ot, $\varphi = 1 \text{ ppm}$. A kapott egyenletbe helyettesítve innen $[\text{H}^+] = 3,80 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$, azaz $\text{pH} = 10,42$ adódik. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az összes azid-, illetve citrát-speciesz deprotonált formában van jelen: $[\text{N}_3^-] \approx c_{\text{NaN}_3} = 1,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$, $c_{\text{citromsav}} = [\text{A}^{3-}]$,

$\alpha_{\text{H}} = 1$. A töltésmérleg:



$$3,80 \cdot 10^{-11} + 1,54 \cdot 10^{-2} = 3[\text{A}^{3-}] + 1,54 \cdot 10^{-2} + 2,63 \cdot 10^{-4}$$

Itt a citrátionok koncentrációja negatívnak adódik, ez az eset tehát nem lehetséges.

Foglalkozunk végül azzal az esettel, amely során az 1. és a 3. feltétel teljesül: $[\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, $\varphi = 1 \text{ ppm}$.

A kapott egyenlet alapján $w = 5,88 \cdot 10^{-5} \text{ m/m\%}$. Innen

$$c_{\text{NaN}_3} = 9,05 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 \text{ és } c_{\text{NaN}_3} = [\text{N}_3^-] \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_a} \right) \text{ alapján}$$

$$[\text{N}_3^-] = 5,85 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$

A specieseloszlás ismeretében:



$$10^{-3} + 9,05 \cdot 10^{-6} = (13889 + 500 + 3)[\text{A}^{3-}] + 5,84 \cdot 10^{-10} + 10^{-11}$$

$$[\text{A}^{3-}] = 7,01 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

$$c_{\text{citromsav}} = [\text{H}_3\text{A}] + [\text{H}_2\text{A}^-] + [\text{HA}^{2-}] + [\text{A}^{3-}] = \alpha_{\text{H}}[\text{A}^{3-}] = 2,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Feltételek	w_{NaN_3}	$c_{\text{citromsav}} / \text{mol dm}^{-3}$	pH	$c_{\text{HN}_3} / \text{ppm}$	Probléma
1.,2.	0,10	$3,43 \cdot 10^{-2}$	3,00	$1,70 \cdot 10^3$	A levegő HN_3 -szintje túl magas.
2.,3.	(0,10)	-	(10,42)	(1,00)	Nem megvalósítható.
3.,1.	$5,88 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-3}$	3,00	1,00	Túl híg az oldat NaN_3 -ra nézve

A feladat a vártnál nehezebbnek bizonyult. A pontátlag 6,1 pont volt. Hibátlanul oldotta meg a feladatot Babinszki Bence (Petőfi Sándor Gimnázium), Najbauer Eszter Éva (Pécs, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma) és Sveiczler Attila (Budapest, Eötvös József Gimnázium). A feladat a) része 2 pontot ért, a b) rész azon alrész, amely ugyanazzal az esettel foglalkozik, mint az a) rész, szintén 2 pontot ért, a másik két alrész 3-3 pontot. Ezen belül a citromsavkoncentrációk számításáért 1,5 pontot, a levegő HN_3 -tartalmának, illetve az oldat NaN_3 -tartalmának számításáért 1 pontot, az indoklásokért 0,5 pontot lehetett kapni. Számolási hibákért fél-fél pontot vontam le, ha a gondolatmenet nem tartalmazott elvi hibát. Az értékes jegyek helytelen használatáért (mindenhol három értékes jegyre vártam a megoldást) maximum fél pontot vontam le. Tipikus hiba volt a töltésmérlegekben a $[\text{Na}^+]$ elhagyása, illetve a $c_{\text{NaN}_3} = [\text{N}_3^-]$ egyenlőség feltételezése (az összkoncentráció és a specieskoncentráció egybemosása). Sokan veszítettek pontot azért, mert egyáltalán nem indokolták meg, miért nem létezhet bázikus oldat a b) rész 2. esetében ebben az esetben. A legtöbb versenyző nem írta le egyértelműen, hogy mi nem stimmel a b) rész egyes eseteiben, sokan pedig egyszerűen megfeledeztek arról, hogy minden egyes esetben ki kell számolni a citromsav és a nátrium-azid összkoncentrációját.

Komáromy Dávid

H119.

Az oldódás során fejlődő H_2 anyagmennyiségének számítása:

$$m(\text{víz}) = 4,26 \cdot 10^{-2} \text{ kg}; \Delta T = 12 \text{ }^\circ\text{C}; c(\text{víz}) = 4,196 \text{ kJ/(kg }^\circ\text{C)}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 2,145 \text{ kJ}$$

Ez $2,145/(285,8) \text{ mol} = 7,505 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ vizet jelent, tehát $7,505 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ H_2 fejlődött.

EDTA-s titrálás:

A $0,2332 \text{ g}$ anyagra ($200/10 \cdot 18,57 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02021$) $\text{mol} = 7,506 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ EDTA fogyna, amely éppen megegyezik a fejlődött H_2 mennyiségével. Ezek alapján feltételezhető, hogy az anyag olyan fémek ötvöze, melyekből sósavas oldódás során a fémmel megegyező mennyiségű hidrogéngáz fejlődik. (Tehát két vegyértékű fémek ötvöze.) Az anyag átlagos moláris tömege: $M(\text{átl.}) = 0,2332 \text{ g} / 7,505 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 31,07 \text{ g/mol}$. A kapott érték, illetve a titrálási körülmények alapján sejthető, hogy az ötvözet tartalmaz magnéziumot (hiszen kell egy $31,07 \text{ g/mol}$ -nál kisebb moláris tömegű, a fenti feltételeknek megfelelő fém), valamint kalciumot.

Az ötvözetben a két fém anyagmennyiségének aránya:

$$x \cdot 24,31 \text{ g/mol} + y \cdot 40,08 \text{ g/mol} = 31,07 \text{ g/mol}$$

Ebből x/y -ra $4/3$ -ot kapunk.

A fentiek alapján:

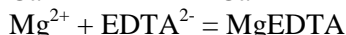
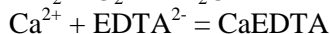
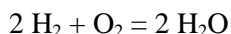
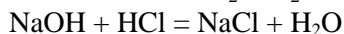
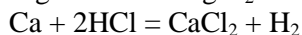
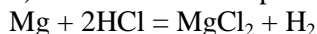
a) A sósavas oldás során $2 \cdot 7,505 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,501 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ sav fogyott, a felesleg: $2,012 \cdot 10^{-2} - 1,501 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 5,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

$$(5,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) / (1,501 \cdot 10^{-2} \text{ mol}) \cdot 100\% = 34,0\%$$

b) $V(\text{NaOH}) = 5,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / (0,1995 \text{ mol/dm}^3) = 2,56 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 = 25,6 \text{ cm}^3$.

c) Az anyag tapasztalati képlete: Ca_3Mg_4 . Tömegszázalékos összetétele: $55,3 \text{ m/m}\%$ Ca és $44,7 \text{ m/m}\%$ Mg.

d) A feladatban szereplő reakciók egyenletei:



e) Pontosabb titrálás érdekében mérhetjük 12 -es pH-n murexid indikátor mellett a Ca^{2+} -ionok mennyiségét, illetve 10 -es pH-n eriokrómfeketeT mellett a két ion együttes mennyiségét. Így nem csak a két ion anyagmennyiségének összegére kapunk információt, hanem külön az egyes ionok mennyiségére is.

A feladatra összesen 19 megoldás érkezett. A pontszámok átlaga: 7,5. Hibátlan megoldást küldött be: Babinszki Bence, Najbauer Eszter Éva, Pócs Eszter Sarolta és Sebő Anna.

Vörös Tamás

H120.

A levegő átlagos moláris tömege $28,82 \text{ g/mol}$, tehát 100 g levegő $3,47 \text{ mol}$ anyagot tartalmaz, amiből $2,776 \text{ mol N}_2$ ($77,78 \text{ g}$) és $0,694 \text{ mol O}_2$ ($22,21 \text{ g}$). A kiindulási anyagok tömege $110,00 \text{ g}$, ha ebből levonjuk a gázmosókon megkötődött tömeget, akkor a gázelegy tömegének $88,58 \text{ g}$ -ot kapunk. Tegyük fel, hogy az égés során nem keletkezett N_2 . Ekkor a gázelegy $77,78 \text{ g N}_2$ -t és $10,80 \text{ g}$ másik anyagot tartalmaz. Ez a $10,8 \text{ g}$ a gázelegy tömegének a $12,2\%$ -a, tehát az égés során nem keletkezett N_2 és a keletkezett gázelegy $10,8 \text{ g}$ ($0,3374 \text{ mol}$) O_2 -t tartalmaz.

Az égés során keletkezett gázelegy $n = 110 \text{ g} / 29,24 \text{ g/mol} = 3,762 \text{ mol}$ gázt tartalmaz.

A tömény kénsavas gázmosó a vizet, a $\text{Ba}(\text{OH})_2/\text{H}_2\text{O}_2$ -os gázmosó a CO_2 -ot és az esetlegesen keletkező SO_2 -ot kötheti meg. A keletkezett víz $0,3243 \text{ mol}$, vagyis $0,6486 \text{ mol H}$ van a vegyületben. A $\text{Ba}(\text{OH})_2/\text{H}_2\text{O}_2$ -os gázmosón elnyelt gáz(ok) anyagmennyisége $n = 3,762 - 2,766 - 0,3243 - 0,3374 = 0,3243 \text{ mol}$. Ez(ek) tömege $15,574 \text{ g}$, az átlagos moláris tömeg $M_{\text{á}} = 48,02 \text{ g/mol}$, tehát az égés során a CO_2 mellett SO_2 is keletkezett.

Jelöljük a keletkezett CO_2 anyagmennyiségét x -szel, a SO_2 -ét y -nal. Ekkor:

$$44,01 \cdot x + 64,06 \cdot y = 15,574$$

$$x + y = 0,3243$$

Ebből $x = 0,2594 \text{ mol CO}_2$ (a vegyületben lévő C), $y = 0,0649 \text{ mol SO}_2$ (a vegyületben lévő S).

Az anyagunkat alkotó atomok tömege:

$m = 0,2594 \cdot 12,01 + 0,6486 + 0,0649 \cdot 32,06 = 5,844 \text{ g}$, tehát a vegyület O-t is tartalmazott.

A vegyületben levő O:

$$m = 10 - 0,2594 \cdot 12,01 - 0,6486 - 0,0649 \cdot 32,06 = 4,156 \text{ g}$$

$$n = 4,156 \text{ g} / 16 \text{ g/mol} = 0,2597 \text{ mol}$$

Tehát a vegyületben lévő alkotóelemek aránya:

$\text{C}:\text{H}:\text{S}:\text{O} = 0,2594 : 0,6486 : 0,0649 : 0,2597 = 4 : 10 : 1 : 4$. A vegyület $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{SO}_4$.

A vegületben lévő kén oxidációs száma nem lehet 4-nél nagyobb, mivel a keletkezett égéstermék SO_2 -ot tartalmaz (S +4). Oxidatív közegben pedig nem csökkenhet a kén oxidációs száma.

Sokféle szerkezeti képletet írhatunk fel; a vegület lehet szulfoxid, szulfon, szulfinsav, szulfonsav, szulfonsavészter, tiol stb. Arra kell ügyelni, hogy nem lehet kénsavészter-származék.

Lehetséges szerkezetek az ismeretlen vegületre: $\text{CH}_3\text{-SO-O-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-O-CH}_3$, $\text{CH}_3\text{-O-(CH}_2\text{)}_3\text{-SO}_3\text{H}$, $\text{CH}_2\text{(OH)-CH(OH)-O-CH(SH)-CH}_2\text{-OH}$

A feladatra 11 megoldás érkezett, a pontátlag 5,14. Közel hibátlan megoldást küldött be Najbauer Eszter Éva, Pócs Eszter Sarolta és Szigetvári Áron.

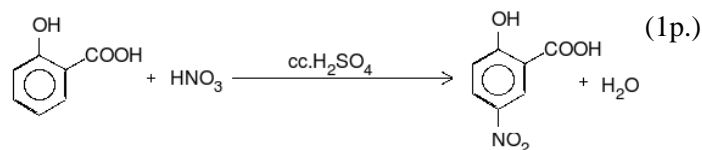
Sarka János

HO-52.

a.) Nátrium-szalicilát oldat alkalmazása azért volt szükséges, mert a nitrátion spektrofotometriásan közvetlenül nem határozható meg, ezért UV-látható tartományban elnyelő vegületet kell belőle készíteni.

Az ivóvíz nitrát tartalma bepárlás során a főzőpohár alján marad só formájában a nátrium-szaliciláttal együtt. Tömény kénsav hatására a nátrium-szalicilát szalicilsavvá alakul, amely a tömény kénsavas-nitrátos (s így salétromsavas) közegben nitrálódik, mononitro-származékká alakul. Ennek a nitrált szalicilsavnak 410nm-en van elnyelése, ezt mérjük. (az oldat szép sárga, tehát kék fényt nyel el) (1p.)

Reakcióegyenlet:

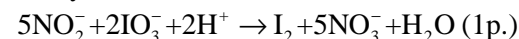


b.) Igen, zavarta volna a meghatározást nitritionok jelenléte, mert a nitráttal a tömény kénsavas közegben nitrogén-dioxidot képez, ami elillan.

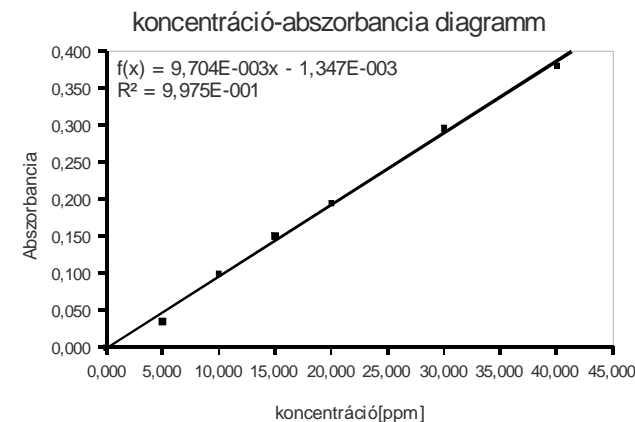


„Salétromsavgyártás fordítottja.” (1p.)

Érzékeny módszer nitrit jelenlétének illetve távollétének bizonyítására az a reakció, mely során a nitrit jódát ionokkal savas közegben jódot képez, ami keményítőoldattal kitűnően indikálható.



c.) A kalibrációs függvényeket a ténylegesen készített kalibrációs oldatkonzentrációk alapján készítettem el, ezt megtehettem, bár a küvettában levő koncentráció csak tizede a kalibráló oldaténak, de az nem baj, mivel mindegyik esetben ugyanannyi-szoros a hígítás. Egy eset azonban kivételes, ez pedig az „éles” mérés, mivel itt a csapvíz 10 ml-ével játszottuk el ugyanazt, mint amit a kalibráló sorozatbeli oldatok 5-5ml-eivel, ezért **amikor a minta nitrát-ion koncentrációját számítjuk a kalibrációs egyenes szerint adódó érték felét kell vennünk (hiszen kétszeres volt a bemérés).**



A diagrammról leolvasható a koncentráció és abszorbanca közötti összefüggés.

$$A = 9,704 \cdot 10^{-3} \cdot c - 1,347 \cdot 10^{-3} \rightarrow c = \frac{A + 1,347 \cdot 10^{-3}}{9,704 \cdot 10^{-3}}$$

Ezen összefüggéssel a z M1, M2 és M3 minták nitrát koncentrációja 21,78ppm, 21,26ppm és 23,33ppm lenne, de ezen értékeket még átlagolni és **felezni kell**, így kapunk **11,06ppm**-et eredményül. (4p.)

11,16ppm < 50ppm → A fenti ivóvízminta megfelel az előírásoknak (2p.)

A pontátlag 5,87, maximálisan elérhető 10 pontból legtöbbet (9 pontot) 3 tanuló ért el. Volt még 3db 6 pontos dolgozat, a legrosszabb 2 db 2 pontos megoldás volt. A feladat egy valós mérés eredményeit dolgozza fel. Többen jelezték a hibát a ppm mennyiséggel kapcsolatban. Ez egy szabványosított mérés, így a leiratban foglaltak szerint fogalmaztam, a ppm itt mg/l-t jelentett.

A b.) pontra több alternatív, de jó megoldást is elfogadtam. A legtöbben a Griess-Ilosvay reagenst alkalmazták, valamint a „barna gyűrű próba” nitrites változatát. Ezeket elfogadtam, ha helyes volt a hozzá tartozó reakcióegyenlet. Megjegyzendő azonban, hogy a Griess-Ilosvay próbát néhány más ion is adja. Elfogadtam azt a reakciót is, mely során a nitrítellel permanganát oldatot színtelenítünk el. Ez teljesen alkalmatlan meghatározás (nagyon kis koncentrációjú permanganátnak nem látszik a színe, a sok permanganát meg könnyen feleslegbe kerül, ezáltal a halványodása nem látszik).

A c.) pontot a jobbak ott szűrték el, hogy a végén nem felezték meg a kapott koncentrációt. Mások az abszorbanciákat átlagolták és átlagolt koncentrációval osztottak, ez helytelen. Azt is elfogadtam, ha valaki minden esetre kiszámolta a moláris abszorpciókoefficiensét és azt átlagolva számolt tovább.

Lovas Attila

HO-53.

a) Látható, hogy az abszorbancia az X ligandum esetén akkor a legnagyobb, amikor a vas „móltörtje” 0,25. Ekkor van a Fe^{2+} és az X ligandum éppen a komplexüknek megfelelő arányban, vagyis az X komplexképző esetében egy fémionhoz 3 ligandum tartozik.

Ehhez hasonlóan az abszorbancia az Y ligandum esetén akkor a legnagyobb, amikor a vas „móltörtje” 0,20. Ekkor van a Fe^{2+} és az Y ligandum éppen a komplexüknek megfelelő arányban, vagyis az Y komplexképző esetében egy fémionhoz 4 ligandum tartozik.

b) Az alábbi egyenletek írhatók fel:

$$0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 = [\text{FeX}_3] + [\text{FeY}_4]$$

$$[\text{X}] = 0,5 \cdot c(\text{X})_0 - 3 \cdot [\text{FeX}_3]$$

$$[\text{Y}] = 0,5 \cdot c(\text{Y})_0 - 4 \cdot [\text{FeY}_4]$$

$$A_0 = E_1 \cdot l \cdot [\text{FeX}_3] + E_2 \cdot l \cdot [\text{FeY}_4]$$

$$\beta_1/\beta_2 = ([\text{FeX}_3] \cdot [\text{Y}]^4) / ([\text{FeY}_3] \cdot [\text{X}]^3)$$

A teljesen általános formulában a számláló:

$$\left(\frac{A_0/l - 0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 \cdot E_2}{E_1 - E_2} \right) (0,5 \cdot c(\text{Y})_0 - 4 \cdot (0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 - \frac{A_0/l - 0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 \cdot E_2}{E_1 - E_2}))^4$$

A teljesen általános formulában a nevező:

$$(0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 - \frac{A_0/l - 0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 \cdot E_2}{E_1 - E_2}) \cdot (0,5 \cdot c(\text{X})_0 - 3 \cdot (0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 - \frac{A_0/l - 0,5 \cdot c(\text{Fe(II)})_0 \cdot E_2}{E_1 - E_2}))^3$$

c) Az előző képletbe behelyettesítve a konkrét adatokat:

$$\beta_1/\beta_2 = 0,712$$

d) A kívánt $c(\text{Fe(II)})_{0\text{max}}$ koncentrációértéket akkor érjük el, amikor gyakorlatilag az oldatban lévő összes X és Y ligandum is komplexbe került. Ezt követően a fémion koncentrációt növelve az abszorbancia értéke már nem nő.

$$c(\text{Fe(II)})_{0\text{max}} = c(\text{X})_0/3 + c(\text{Y})_0/4 = 0,583 \text{ mol/dm}^3$$

e) 1. eset:

$$[\text{A}^-] := x, [\text{HA}] = 0,1 - x, [\text{H}^+] = x$$

$$\text{Ekkor felírható: } 2,41 = (0,1 - x) \cdot 23,41 \cdot 1,005 + x \cdot 34,59 \cdot 1,005$$

$$\text{Ebből } x = 5,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3. \text{ pH}_1 = 2,29 \quad K_1 = 2,74 \cdot 10^{-4}$$

2. eset:

$$[\text{A}^-] := y, [\text{HA}] = 0,1 - y, [\text{H}^+] = y$$

$$\text{Ekkor felírható: } 0,251 = (0,01 - y) \cdot 23,41 \cdot 1,005 + y \cdot 34,59 \cdot 1,005$$

$$\text{Ebből } y = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3. \text{ pH}_2 = 2,85 \quad K_2 = 2,28 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{A tényleges } K \text{ érték } K_1 \text{ és } K_2 \text{ átlaga: } K = 2,51 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{A protonálódási állandó értéke: } \beta = 1/K = 3984.$$

A feladatra összesen 13 megoldás érkezett. A pontszámok átlaga: 7,4. Hibátlan megoldást küldött be: Benedek Zsolt.

Vörös Tamás

HO-54.

Milyen atomokat tartalmazhat **A**? A reakciósorból látszik, hogy mindenféle atomokat „beviszünk” az **A** molekulába, majd eljutunk **G**-hez. A **G**→**H** reakcióban kizárólag egy hidroxilcsoportot cseréltünk Cl-atomra (ez a sémából kiolvasható), majd innen inert atmoszférában, Zn-porral való főzés hatására kaptuk **J**-t, amely csak szén- és hidrogénatomokat tartalmaz. A cink kizárólag a halogénatomokkal reagál, a magasabb oxidációs állapotú atomokat tartalmazó funkciós csoportok (pl. keto-, észter-, nitrocsoport) redukciójához erőteljesebb körülmények szükségesek. Márpedig **A** feltételezett heteroatomjainak és a mindenféle „bevitt” heteroatomnak nyoma sincs – ami csak úgy magyarázható, hogy már **A**-ban sem volt. Ezért **A** is kizárólag szén- és hidrogénatomokat tartalmazott.

Legyen **A** összegképlete C_xH_y . Tegyük fel, hogy az első lépésben csak egy brómatomot vittünk be. (Az első lépés láthatóan elektrofil szubsztitúció.). **A** egyik hidrogénatomját tehát Br-ra cseréltük, majd a **C** Grignard-reagenssé alakítottuk át, amelynek összegképlete ezért $C_xH_{y-1}MgBr$. Ezt követően **C** –MgBr csoportját karboxilcsoportra (**D**) cseréltük, amit pedig $SOCl_2$ segítségével COCl-csoporttá alakítottunk; ezért **E** összegképlete $C_xH_{y-1}COCl$, azaz $C_{x+1}H_{y-1}OCl$. Ezután Friedel-Crafts acilezést hajtottunk végre, ahol **E** volt az acilezőszer, **A** pedig az acilezett vegyület; a reakció során HCl lépett ki és egy keton keletkezett. Ezért **F** összegképlete $C_{2x+1}H_{2y-2}O$. A **C** Grignard-vegyület segítségével az acilezés révén keletkezett keto-csoportot redukáltuk hidroxilcsoporttá, miközben újabb „egység” **A**-t kapcsoltunk a molekulához, ezért **G** összegképlete $C_{3x+1}H_{3y-2}O$. **H**-ban lecseréltünk egy OH-csoportot egy –Cl csoportra, ezért összegképlete $C_{3x+1}H_{3y-3}Cl$. A Zn-poros főzés hatására **H** vélhetőleg dimerizálódott (ld. Wurtz-reakció). Ezért **J** összegképlete $C_{6x+2}H_{6y-6}$. A hidrogéntartalomra felírt egyenlet:

$$\frac{1,008 \cdot (6y - 6)}{12,01 \cdot (6x + 2) + 1,008 \cdot (6y - 6)} = 0,0621.$$

Innen $x = y$. Mivel **A** aromás (ez az első reakcióból kitűnik), ezért **A** nem más, mint a benzol. Az ebből kapható vegyületek:

- A:** C_6H_6
B: C_6H_5Br
C: C_6H_5Mg
D: C_6H_5COOH

- E:** C_6H_5COCl
F: $C_6H_5CO-C_6H_5$
G: $(C_6H_5)_3C-OH$
H: $(C_6H_5)_3C-Cl$

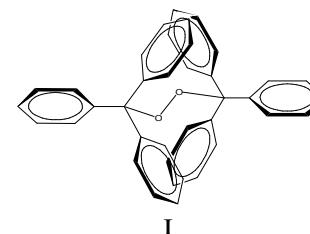
A **J** vegyületben a szén- és hidrogénatomok molaránya $\frac{93,79}{12,01} : \frac{6,21}{1,008} \approx 1,267 \approx \frac{3,8}{5} = \frac{19}{15}$, míg **I**-ben $\frac{88,00}{12,01} : \frac{5,83}{1,01} \approx 1,267$,

ugyanannyi, mint **H**-ban és **J**-ben. Mivel egy szénhidrogénben csak páratlan számú hidrogénatom lehet, ezért **J** valóban dimer, összegképlete $C_{38}H_{30}$.

Mivel a levegőn való főzés során az egyetlen reaktív anyag az oxigén, innen megállapítható, hogy **I**-ben a maradék 6,17 tömeg% anyag oxigén.

Ez $\frac{88,00}{12,01} : \frac{6,17}{16,00} = 19 : 1$ szén-oxigén molaránynak felel meg, vagyis – a

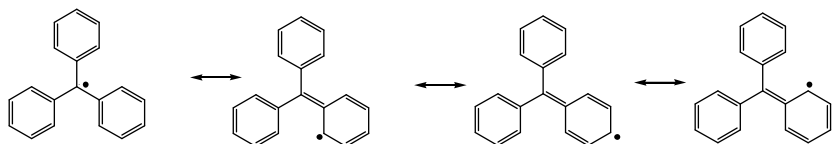
fenti megjegyzés értelmében – **I** összegképlete $C_{38}H_{30}O_2$. Mivel **I** csak egyféle hidrogénatomot tartalmaz, ezért a két oxigénatom az aromás gyűrűre sem épülhetett be (ez amúgy is valószínűtlen lett volna), hanem meg kellett őriznie a $(C_6H_5)_3C-C(C_6H_5)_3$ dimer szimmetriáját. Ez a legegyszerűbben úgy történhet, hogy a beépülő oxigénmolekula két atomja kötésben marad egymással, és *peroxivegyületet* ad:



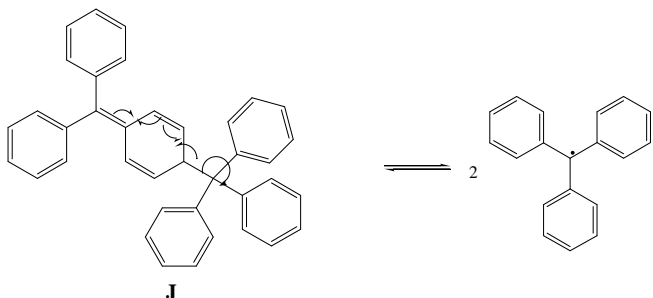
Látható, hogy a két trifenil-metil- (más néven tritil-) csoport térben igen közel esik egymáshoz; itt csak azért marad meg mégis a dimer szerkezet, mert a peroxicsoport révén a két tritilcsoport elegendően messze kerül egymástól. Az egyszerű tritil-dimer viszont éppen ezen oknál fogva nem jöhet létre. Ezt a spektroszkópai adatok is alátámasztják: Ha a **J** vegyület **H** dimerje volna, akkor benne csak aromás hidrogének volnának. Mivel **H** 15 hidrogénatomot tartalmaz, **I** pedig 30-at, ezért benne 25 aromás és 5

nem aromás hidrogén van. Ez azt jelenti, hogy öt fenilgyűrű „megmaradt” (5·5= 25 aromás hidrogén), a hatodik viszont nem aromás gyűrűként van jelen.

A tritilgyök ugyan normál körülmények között azonnal elreagál a levegő oxigénjével, oldatban viszont létezhet. (természetesen az oxigén és a víz szigorú kizárásával), annál is inkább, mivel a gyök párosítatlan elektronja a három fenilgyűrűn delokalizálódni tud, amint ezt az alábbi határszerkezetek is jellemzik (valójában összesen háromszor ennyi határszerkezet írható fel, mert az elektron a többi két fenilgyűrűn is tud delokalizálódni)



Látható, hogy ezen határszerkezetekben megjelentek a nem-aromás hidrogének. **J** képződését úgy képzelhetjük el, hogy két ilyen gyök kovalens kötést alkot, a két párosítatlan elektron közös pályára kerül. Az összekapcsolódásnak kicsi a valószínűsége a 2. és a 4. határszerkezetek esetén (a párosítatlan elektront hordozó szénatom sztérikusan árnyékolt), ezért csak az 1. és a 3. határszerkezet jöhet figyelembe. Mind az 1. és a 3., mind két darab 3. gyök képezhet egymással molekulát; a valóságban az első eset következik be, ezért a **J** dimer szerkezete (és disszociációja) az alábbi módon fest:



Mivel **J** disszociációja tritilgyökökre egyensúlyi folyamat, ezért az egyensúly könnyen eltolható, a levegő oxigénjének bejuttatásával (rázogatás). A peroxivegyület képződése irreverzibilis. A levegő kizárásával újra megindul a dimer képződése, de –mivel a dimerizáció a

tritilgyökökre nézve másodrendű folyamat – a reakció sebessége a gyökök koncentrációjának négyzetével arányos. Innen érthető, hogy **J** a gyökök fogyásával egyre lassabban képződik újra

A feladatra 18 megoldás érkezett, a pontátlag 7,6 pont. Hibátlanul oldotta meg a feladatot Batki Bálint (Budapest, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium) és Kovács Benjámín (Pécs, Leöwey Klára Gimnázium), ezenkívül 7 versenyző oldotta meg majdnem hibátlanul a feladatot.

Komáromy Dávid

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2010. április 1-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A tanév utolsó fordulójának feladatait szokás szerint az idei tokiói diákolimpia gyakorló feladatai közül válogattuk. A szervezők nem könnyítették meg a válogatást: a magyar versenyekhez képest egyszerű feladatokat, illetve középiskolások számára ismeretlen területeket érintő példákat tűztek ki. A KÖKÉL korábban már foglalkozott az NMR spektroszkópiával (2009/1) és a kristályok szerkezetével (2004/2), ezért az ilyen feladatokat is be mertük választani.

H126. a) Számítsa ki a metán standard égéshőjét 298 K hőmérsékleten és légköri nyomáson az alábbi standard képződéshők alapján!

Metán	–74,82 kJ mol ⁻¹
Szén-dioxid	–393,5 kJ mol ⁻¹
Víz	–285,8 kJ mol ⁻¹

b) Hány ml szén-dioxid keletkezik 298 K hőmérsékleten és 1013 hPa nyomáson, ha 10,0 g kalcium-karbonátot 50,0 ml 1,00 mol l⁻¹ sósavval reagáltatunk?

A szárazjég molekulárcsában a molekulák egy olyan lapcentrált köbös rács rácspontjain helyezkednek el, amelynek élhossza 0,56 nm.

c) Ez alapján mi a szárazjég sűrűsége? Hány molekula van egy 20 cm × 10 cm × 5,0 cm méretű szárazjégdarabban?

a.) Az alábbi adatok alapján mi a KCl rácsenergiája?

A KCl (sz) képződéshője	-437 kJ mol ⁻¹
A K (sz) szublimációs hője	89 kJ mol ⁻¹
A K (g) első ionizációs energiája	419 kJ mol ⁻¹
A Cl ₂ (g) disszociációhője	242 kJ mol ⁻¹
A Cl (g) elektronaffinitása	-349 kJ mol ⁻¹

H127. Vasat vasércből általában szenes redukcióval gyártanak. A nyersvas (Fe-C ötvözet) a nagyolvasztóban keletkezik, amibe felülről vasércet, kokszt és salakképző anyagot (CaO) adagolnak. Alulról forró levegőt fújnak az olvasztóba. Az olvadt nyersvasat konverterekben oxidálják, hogy a szén és más szennyezők eltávozzanak.

Tételezzük fel, hogy a nyersvas széntartalma 4,50 m/m, a kokszt pedig 90,0 m/m% C, 7 m/m% SiO₂, 3 m/m% Al₂O₃. A vas sűrűsége szobahőmérsékleten 7,90 g cm⁻³.

- A vasérc fő komponense a Fe₂O₃. Vagy közvetlenül a kokszt, vagy pedig a belőle keletkező CO gáz redukálja. Írja fel a kétféle redukció egyenletét!
- Az érc a 90%-nyi főkomponensen felül meddőt is tartalmaz, pl. 7 m/m% SiO₂ és 3 m/m% Al₂O₃. Ez a koksztban levő meddővel és a CaO-val reagálva adja a végül salakként jelentkező oxidolvadékat. Hány kg salak keletkezik egy kg nyersvas előállításánál? Tegyük fel, hogy a CaO-ot olyan arányban keverik be, hogy tömege a SiO₂ tömegével egyezzen.
- A konverterben a széntartalmat O₂ gáz befúvatásával távolítják el a nyersvasból. Ha a termékekben a CO és CO₂ anyagmennyisége megegyezik, hány liter 27 °C-os és 2,026 × 10⁵ Pa nyomású O₂ gáz szükséges a szén teljes eltávolításához 1,00 kg nyersvasból?

- Hány kg CO₂ keletkezik 1,00 kg tiszta vas előállításakor? Vegyük úgy, hogy a nagyolvasztóban csak a CO redukál, illetve, hogy a konverterben keletkező CO-t is elégetik. Ne hagyjuk ki a számításból a CaO mészkőből történő előállításakor keletkező gázt sem!
- A vas szobahőmérsékleten tércentrált köbös rácsot alkot. A feladat adatai alapján mi a vas atomsugara?

H128. Egy rozsdamentes acél (Fe-Cr) ötvözet krómtartalmát a következő módon határozták meg:

- 0,1000 g acélmintát 20 ml forró kénsavban (1,8 mol l⁻¹) feloldottak.
 - 4 ml cc. salétromsav hozzáadása után 10 percig melegítették a mintát. Az oldat színe kékről zöldre változott.
 - 10 ml 0,5% ezüst-nitrát-oldat és 6 g ammónium perszulfát ((NH₄)₂S₂O₈) együttes hozzáadása után 20 percig, az ammónium-perszulfát elbomlásáig tovább melegítették. Ekkor az oldat narancssárga színű.
 - 10 ml 5% NaCl-oldatot adtak hozzá.
 - 20 ml 1,00 × 10⁻¹ mol l⁻¹ ammónium-vas(II)-szulfát (FeSO₄ · (NH₄)₂SO₄) vizes oldatát pipettázták a mintához.
 - 2,00 × 10⁻² mol l⁻¹ KMnO₄ oldattal titráljuk halványlila szín megjelenéséig.
- Milyen formában van a króm az i, ii és iii lépés után? Írja fel az egyes lépések során lejátszódó reakciókat!
 - Miért van szükség a iv) pontban lejátszódó reakcióra?
 - A végső lépésben a fogyás 12,00 ml volt. Mi volt a minta krómtartalma?

H129. Egy vulkáni fumarola gázaiból a következő módon vettek mintát. A fumarolába egy titán csövet helyeztek, ami felhevült annyira, hogy kondenzáció nem volt benne tapasztalható. A mintavételt egy 20 ml 5 mol l⁻¹ NaOH-oldattal légmentesen megtöltött fecskendővel végezték. Lassan, a fecskendőt hűtve szívtak fel bele gázt, majd hagyták, hogy a magashegyi környezet hőmérsékletét felvegye (0 °C, 1013 hPa). A fecskendő ekkor 50,0 ml gázt és 38,0 ml folyadékot tartalmazott.

A folyadékból 10 ml mintát vettek és az összes kéntartalmat szulfáttá oxidálták. Híg sósavval enyhén megsavanyítva és 20 ml 10% BaCl₂-

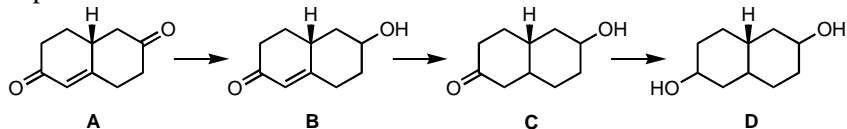
oldatot hozzáadva fehér csapadék vált le, aminek tömege szárítás után 0,30 g volt.

- a) A vulkáni gáz hány térfogatszázaléka lehetett vízgőz? Becslését alapozza arra, hogy a vízgőzön kívül más gáz abszorpciója nem befolyásolta a NaOH-oldat térfogatát. Az oldat sűrűségét végig vegye $1,0 \text{ g ml}^{-1}$ -nek.
- b) Hány mol kén volt a begyűjtött gázban? Mi volt a H_2S és SO_2 gáz együttes térfogata a mintában?
- c) A H_2S és SO_2 arányát eltérő reakcióképességük segítségével szokták megbecsülni. A vulkáni gázt 30 ml $0,03 \text{ mol l}^{-1}$ KIO_3 -KI oldat és 3 ml 4M HCl-oldat keverékét tartalmazó kémcsőbe vezetik. Milyen reakciókban vesz részt a két gáz?

A gázok vizsgálatát spektroszkópiai módszerekkel is végzik. Egy másik mintában két hidrogén-halogenid (X és Y) jelenlétét is kimutatták spektroszkópiai módszerekkel. Y reakcióba lép szilikátokkal is. X infravörös spektrumában a vonalak felhasadnak, amit a halogén 3:1 arányban jelenlevő izotópjai okoznak.

d) Mi lehet X és Y?

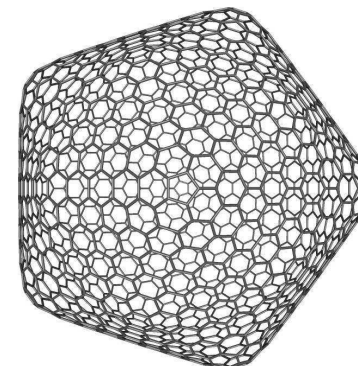
H110. Az A vegyület egyik karbonilcsoportját redukálva keletkezik a B vegyület, aminek két sztereoizomerje van. Az izomerek elválasztása után B1 és B2 esetében is egy szén-szén kötés redukációjával kapható a C vegyület, ami ismét két-két sztereoizomer keveréke. Az izomereket szeparálva végül négyféle termék Cij ($i, j = 1, 2$) kapható. Ha ezen négy termék esetén ismét egy karbonilcsoportot redukálunk, a D vegyület keletkezik, ami ismét két sztereoizomer keveréke minden reakcióban. A sztereoizomereket elkülönítve már nyolc termék Dijk ($i, j, k = 1, 2$) kapható.



- a) Van-e a nyolcféle Dijk ($i, j, k = 1, 2$) kódú vegyület között azonos? Ha igen, rajzolja fel a szerkezetüket!

- b) Van-e a nyolcféle Dijk ($i, j, k = 1, 2$) kódú vegyület között olyan, amelyik nem forgatja el a polarizált fény síkját? Ha igen, rajzolja fel a szerkezetüket!
- c) Van-e a nyolcféle Dijk ($i, j, k = 1, 2$) kódú vegyület között enantiomer pár? Ha igen, rajzolja fel a szerkezetüket!

HO-58. A fullerének ma már jól ismert új szén allotrópok, amelyekre az üreges gömbszerű szerkezet a jellemző. Az n szénatomot tartalmazó fullerének szerkezete 12 ötszöget és $(n/2-10)$ hatszöget tartalmaz, ha n egy 20-nál nagyobb páros szám. Tételezzük fel, hogy a fullerénekben mindegyik szén-szén kötés $0,14 \text{ nm}$ hosszú.



Egy C_{1500} fullerén

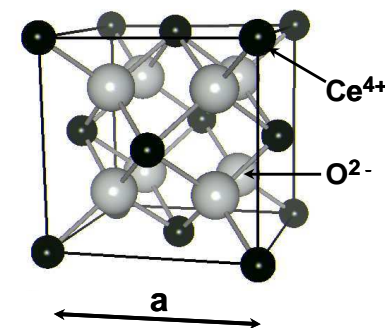
- a) Mi lesz az n szénatomból felépülő fullerén felülete (nm^2 egységben)?
- b) Ha gömbalakúnak tekintjük a fullerént, mi lenne a sugara n függvényében (nm egységben)?
- c) A nagy fullerénmolekulák "molekuláris léggömbként" a levegőben képesek lennének lebegni egy elképzelt alkalmazásban. Hány szénatom esetén lenne ez lehetséges 300 K hőmérsékleten és 101325 Pa nyomáson? Tekintsük a fullerént olyan merev gömbnek, ami nem roppan össze a légnyomás hatására.

HO-59.

A CeO_2 kristályának elemi celláját mutatja az ábra.

- a) Hány kation és anion van egy elemi cellában?

Ha egy kevés Y_2O_3 keveredik homogén módon a CeO_2 -hoz, akkor egy szilárd oldat kapható, aminek az összetétele $\text{Ce}_{1-x}\text{Y}_x\text{O}_{2-y}$. A szerkezetben egyenletesen oszlanak el a Ce^{4+} és az



Y^{3+} ionok a kationok helyén, és az anionhelyek egy része viszont üresen marad.

- b) *Az anionpozíciók hány százaléka marad üresen, ha az anyagban a $CeO_2 : Y_2O_3$ molarány $0,8 : 0,1$? Hány betöltetlen anionhely van ennek az anyagnak $1,00 \text{ cm}^3$ -jében? Az elemi cella térfogata, a^3 $1,36 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$.*

A sok betöltetlen anionpozíciót tartalmazó, fentivel analóg szerkezetű oxidok magas hőmérsékleten vezetővé válnak, mégpedig az oxidionok mobilitása révén. Az ilyen szilárd elektrolitok hasznosak lehetnek oxigén-szenzorok, oxigén pumpák, üzemanyagcellák tervezésekor.

Ha például porózus platinalapok érintkeznek egy ilyen kristály két oldalával, akkor feszültséget kapcsolva a platina lapokra oxigéntranszport indul a két elektród között.

- c) *Milyen reakciók történnek az anódon és a katódon ilyenkor? Egy ilyen berendezésen (oxigénpumpa) $1,93 \text{ A}$ áram folyt át 500 s ideig. Hány ml oxigén fejlődött a megfelelő elektródon $800 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten és $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson?*

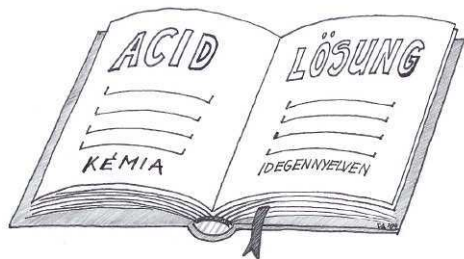
Ha két elektródnál eltér az oxigéngáz parciális nyomása, akkor feszültségkülönbség lesz tapasztalható az elektródok közt. Ez a jelenség oxigénszenzorokban alkalmazható.

- d) *Mekkora elektromotoros erő lenne mérhető, ha az oxigén parciális nyomása az egyik elektródnál a másikonál tapasztalható parciális nyomás százszorosa lenne $800 \text{ }^\circ\text{C}$ -on?*

HO-60.

- a) *Rajzolja fel a C_4H_8 mind a hat izomerének szerkezetét!*
- b) *Az egyik izomer proton NMR spektrumában csak egy szinglett csúcs van. Melyik ez?*
- c) *Az egyik izomer proton NMR spektrumában csak két szinglett csúcs van. Melyik ez? Mi a két csúcs területének aránya?*

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul *Szerkesztő: MacLean Ildikó*

Kedves Diákok!

A szép számban beküldött fordításaitok most nyelvtanilag jelentettek lényegesen nagyobb kihívást. A kémiai kifejezésekkel meglehetősen jól boldogultatok, de néhány szokatlanabb íg is előfordult:

- composition**: itt elegy, keverékként értelmezhető
- dephlogisticated air**: flogiszton mentes vagy deflogisztonizált levegő
- potash**: hamulúg, hamuzsír, bár valójában a kálium-karbonátról van szó
- nouxious air**: fojtó, tágabb értelemben ártalmas
- burning lens**: gyújtólencse
- container**: tartály
- ministry**: lelkeszi hivatal, lelkeszi állás

A 2009/5. számban közölt szakszöveg mintafordítása:

Joseph Priestley: Az oxigén felfedezője

Amikor Joseph Priestley 1774-ben felfedezte az oxigént, megfejtette az ősrégi rejtélyt, hogy hogyan és miért égnek az anyagok. Mint egy született angolt, Priestleyt rendkívül érdekelt a politika és a vallás, csakúgy, mint a tudomány. Amerikába vándorolt, mikor az amerikai és francia forradalom támogatása ellehetetlenítette a hazájában maradáást.

Mintegy 2500 éve az ókori görögök a levegőt – a földdel, a tűzzel és a vízzel együtt – a teremtés egyik őselemének tekintették. Ez az eszme ma már kedvesen kezdetlegesnek hangozhat, de akkoriban kiváló magyarázatként szolgált, és nem volt ok kétségbe vonni, így ez az elmélet egészen a 18. század közepéig fennmaradt. Talán még tovább is megmaradt volna, ha nem lett volna egy szabadon gondolkodó angol kémikus és független teológus, Joseph Priestley.

Priestley (1733-1804) a kutatásban igen termékeny, a filozófiában pedig széles körben közismert volt. Feltalálta a szénsavas vizet és a radírgumit, azonosított egy tucat kulcsfontosságú kémiai vegyületet, és megírta az egyik legelső átfogó tanulmányt az elektromosságról. A liberális szellemű vallási művei, és az amerikai és francia forradalom támogatása annyira felbőszítették honfitársait, hogy 1794-ben el kellett hagynia Angliát. Pennsylvániában telepedett le, és ott folytatta kutatásait haláláig.

De a legtöbben mégis úgy emlékeznek Priestleyre, mint az emberre, aki felfedezte az oxigént, bolygónk légkörének legaktívabb összetevőjét. E folyamatban segített megcáfolni egy elvet, ami 23 évszázada folyamatosan uralta a tudományt: néhány elképzelés „olyan erősen rögzült a tudatban”, írta mint, az, hogy a levegő „egy egyszerű, elemi anyag, ami elpusztíthatatlan és megváltoztathatatlan”.

Egy 1774-es kísérletsorozatban – amelyeket a Pennsylvániai házában kiállított eszközökkel hajtott végre – Priestley rájött, hogy „a levegő nem egy elemi anyag, hanem egy elegy,” vagy gázok keveréke. Közöttük volt a színtelen és nagy reakcióképességű gáz, amit ő „flogisztonmentes levegőnek” nevezett, és aminek nem sokkal később a nagy francia vegyész, Lavoisier az oxigén nevet adta.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni Priestley felfedezésének fontosságát. Ma már a tudósok 92 természetesen előforduló elemet ismernek – beleértve a nitrogént és az oxigént, a levegő legfőbb összetevőit. Ezek alkotják a légkör 78 illetve 21 százalékát.

A levegő összetételének meghatározása

A 18. század közepén az elem fogalma még mindig kialakulóban volt. A tudósok csak körülbelül két tucat elemet ismertek, számuk attól függött, ki számolta össze őket. Még nem voltak vele tisztában, hogy a

levegő hogy illik bele a rendszerbe. Senki sem tudta, hogy mi is az pontosan, de a kutatók észrevették, hogy olyan sok változatos állapotba lehet hozni, hogy különböző „levegőkről” kezdtek beszélni.

Szénsavas italok

1767-ben Priestleynek felajánlottak egy lelkesízi pozíciót Leedsben, egy sörfőzdéhez közel. Ez a bőséges és kényelmes forrása a „kötött levegőnek” – az erjedésből származó szén-dioxidnak – a gázok kémiájának egész életén át folytatott kutatását indította el. Kifejlesztett egy módszert, hogy mesterségesen is előállítsa azt, ami természetes módon előfordult a sörben és a pezsgőben, csakúgy, mint belgiumi Spa mesés üdülőhelyének fürdővizében: a pezsgő szén-dioxiddal dúsított vizet. A módszer elnyerte a Királyi Társaság becses Copley-díját és a modern üdítőipar előfutárává vált.

Az egykori vegyészek már rájöttek, hogy a levegő megváltoztatásának az elsődleges módszere az, hogy vegyületeket égetünk, vagy hevítünk benne. Az 1700-as évek második felében robbanásszerű érdeklődés mutatkozott az ilyen gázok iránt. A gőzgép részt vett a társadalom átalakításában, és mindenféle tudós elkezdett érdeklődni az égés és a levegő égésben betöltött szerepe iránt.

A brit kémikusok különösen termékenyek voltak. 1754-ben Joseph Black azonosította az „kötött levegőt” (mai nevén szén-dioxidot), amit azért nevezett így, mert vissza lehetett alakítani, más szóval megkötni azokba az anyagokba, amikből előállították. 1766-ban egy gazdag csodabogár, Henry Cavendish előállította azt az igen gyúlékony anyagot, aminek nem sokkal később Lavoisier a hidrogén nevet adta, ami a görög „vízképző” kifejezésből ered.

Végül 1772-ben Daniel Rutherford megfigyelte, hogy ha valamilyen anyagot üvegbura alatt égetett, majd a keletkező „kötött” levegőt hamuluggal elnyelte, még egy gáz visszamaradt. Rutherford ezt „fojtó levegőnek” nevezte, mert megfullasztotta a bura alá helyezett egeret. Ma nitrogénnek hívjuk.

De ezeknek a felfedezéseknek az egyike se meséli el az egész történetet. A következő nagy lépés egy olyan embertől származott, akinek

az ifjúkorából senki se tudta volna előre megmondani, hogy ő lesz az egyik legnagyobb kísérleti kémikus.

34 évesen Priestley már elismert és igen tisztelt tagja volt Britannia tudományos társadalmának. De még mindig hátrányban részesült a vallási meg nem alkuvása miatt. Mikor a bátor felfedező, James Cook kapitány a második útjára készült, felajánlotta Priestleynek a tudományos tanácsadói rangot. De az ajánlatot vissza kellett vonnia az anglikán hatóságok miatt, akik tiltakoztak a hitvallásával szemben, ami erősen unitáriussá alakult, és tagadta a szentháromság tanát.

Visszatekintve, a Cook-ügy így végződött a legjobban. 1773-ban Shelbourne grófja felkérte Priestleyt, hogy szolgálja őt egyfajta szellemi társként, a herceg leszármazottainak tanítójaként, és otthonának, a Bowood House-nak könyvtárosaként. Ez az állás biztosította, hogy Priestley olyan magas politikai és társadalmi körökben mozogjon, ahova saját erejéből nem kerülhetett volna be; és közben bőséges ideje maradt kutatásaira, amik megalapozták örökös helyét a tudománytörténetben.

Szisztematikusan vizsgálta a különböző „levegőket” a kor kedvenc készüléket használva: egy megemelt talapzaton lévő fordított tartályt, amivel fel lehetett fogni a gázokat, amelyek az alatta végzett kísérletekben keletkeztek. A tartályt víz és higany fürdőbe is be lehetett meríteni, ami így jól elszigetelte, és tesztelni lehetett a gázt, hogy táplálja-e az égést vagy támogatja-e az életet.

Ezekben a kísérletsorozatokban Priestley egy rendkívül fontos felfedezést tett. A tűz kialszik egy olyan közegben, ahol egy egér levegő hiányában megfulladna. De ha egy zöld növényt helyezünk az ilyen közegbe, és a napfényt biztosítjuk neki, a növény „megújítja” a levegőt, így a láng képes lesz tovább égni, és az egér lélegezni. Feltehetőleg, írta Priestley, „a sérülést, amit a nagyszámú élőlény folyamatosan okoz, a növényvilág részben képes helyreállítani”. Tehát megfigyelte, hogy a növények oxigént engednek a levegőbe – a folyamatot, amit ma fotoszintézisnek nevezünk.

1774 augusztus 1-jén hajtotta végre a leghíresebb kísérletét: 12 hüvelykes „gyújtólencsével” a napsugarakat egy higany-oxid halomra irányította, ami egy higanyba mártott fordított üvegedényben volt. A keletkező gáz, megfigyelése szerint „ötször vagy hatszor jobb volt, mint a levegő”. A további sikeres kísérleteiben bebizonyosodott, hogy a gáz

táplálja az égést, és négyszer tovább tart életben egy egeret, mint a természetes levegő.

Priestley ezt a felfedezett anyagot „flogisztonmentes levegőnek” nevezte, abból a feltételezésből kiindulva, hogy azért támogatta az égést nagymértékben, mert nem volt benne flogiszton, tehát a legnagyobb mennyiséget tudta elnyelni a folyamat során. (Egy évvel ezelőtt, Carl Wilhelm Scheele svéd gyógyszerész elkülönítette ugyanezt a gázt, és hasonló kísérleteket végzett vele. Scheele az anyagot „tüzes levegőnek” nevezte. De 1777-ig nem publikálta felfedezéseit)

Nevezük a gázt akárhogy is, a hatásai figyelemre méltóak voltak. „Az érzése tündömben,” írta Priestley, „nem különbözött nagyban a közönséges levegőtől, de egy kis idő után a mellkasomat különösen könnyűnek és fesztelennek vettem észre. Senki se tudhatja, talán ez a tiszta levegő egyszer egy népszerű luxuscikké válik? Eddig csak a két égernek és nekem volt meg a kiváltságunk, hogy belélegezhettük.”

A 2009/5-ös forduló legsikeresebb szereplői:

Kiss Bálint (Mechwart András Gépipari és Informatikai Szki 11.b)	89pont
Kiss Szonja (Pannónia uti Általános Iskola, Bp. 8/d.)	88pont
Szűcs András (Vasvári Pál Gimnázium ,Székesfehérvár 11.b)	75pont
Sági Johanna (Ady Endre Gimnázium ,Debrecen)	74pont
Góger Szabolcs (Szent Orsolya Róm.Kat . Gimn.,Sopron, 9AG.)	73pont
Kiss Ákos (Kecskeméti Református Gimnázium 11.c)	69pont
Samu Éva (Zentai Gimnázium, IV/2.)	63pont
Baráz Judit (Szerb Antal Gimnázium, Bp., 12Nyek)	60pont
Kiss Erzsébet (Vasvári Pál Gimnázium ,Székesfehérvár 11.a)	58pont
Ladoczki Fanni (Zentai Gimnázium, II/3.)	57pont

A negyedik fordítási feladat remélem a lány versenyzőket is érdekelni fogja és izgalommal kezdenek a fordításhoz.

Gunpowder

A little History

Gunpowder or black powder is of great historical importance in chemistry. Although it can explode, its principal use is as a propellant. Gunpowder was invented by Chinese alchemists in the 9th century. Originally, it was made by mixing elemental sulfur, charcoal, and saltpeter (potassium nitrate). The charcoal traditionally came from the willow tree, but grapevine, hazel, elder, laurel, and pine cones have all been used. Charcoal is not the only fuel that can be used. Sugar is used instead in many pyrotechnic applications.

When the ingredients were carefully ground together, the end result was a powder that was called 'serpentine.' The ingredients tended to require remixing prior to use, so making gunpowder was very dangerous. People who made gunpowder would sometimes add water, wine, or another liquid to reduce this hazard, since a single spark could result in a smoky fire. Once the serpentine was mixed with a liquid, it could be pushed through a screen to make small pellets, which were then allowed to dry.

The Chemical composition of black powder

The term *black powder* was coined in the late 19th century to distinguish prior gunpowder formulations from the new smokeless powders and semi-smokeless powders. (Semi-smokeless powders featured bulk volume properties that approximated black powder in terms of chamber pressure when used in firearms, but had significantly reduced amounts of smoke and combustion products; they ranged in color from brownish tan to yellow to white. Most of the bulk semi-smokeless powders ceased to be manufactured in the 1920s.)

Black powder is a granular mixture of a nitrate, typically potassium nitrate (KNO_3), which supplies oxygen for the reaction;

charcoal, which provides carbon and other fuel for the reaction, simplified as carbon (C);

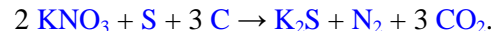
sulfur (S), which, while also a fuel, lowers the temperature of ignition and increases the speed of combustion.

Potassium nitrate is the most important ingredient in terms of both bulk and function because the combustion process releases oxygen from the potassium nitrate, promoting the rapid burning of the other ingredients. To reduce the likelihood of accidental ignition by static electricity, the granules of modern black powder are typically coated with graphite, which prevents the build-up of electrostatic charge.

The current standard composition for black powder manufactured by pyrotechnic was adopted as long ago as 1780. Proportions by weight are 75% potassium nitrate, 15% softwood charcoal, and 10% sulfur. These ratios have varied over the centuries and by country, and can be altered somewhat depending on the purpose of the powder. For instance, low power grades of black powder, unsuitable for use in firearms but adequate for blasting rock in quarrying operations, is called blasting powder rather than gunpowder with standard proportions of 70% nitrate, 14% charcoal and 16% sulfur; blasting powder may be made with the cheaper sodium nitrate substituted for potassium nitrate and proportions may be as low as 40% nitrate, 30% charcoal and 30% sulfur.

The burn rate of black powder can be changed by corning. Corning first compresses the fine black powder meal into blocks with a fixed density (1.7 g/cm³). The blocks are then broken up into granules. These granules are then sorted by size to give the various grades of black powder. In the United States, standard grades of black powder run from the coarse Fg grade used in large bore rifles and small cannons, through FFG (medium and small bore arms such as muskets and fusils), FFFg (small bore rifles and pistols), and FFFFg (extreme small bore, short pistols and most commonly for priming flintlocks). In the United Kingdom, the gunpowder grains are categorized by mesh size: the BSS sieve mesh size, being the smallest mesh size on which no grains were retained. Recognized grain sizes are Gunpowder G 7, G 20, G 40, and G 90.

A simple, commonly cited, chemical equation for the combustion of black powder is



A more accurate, but still simplified, equation is



The burning of gunpowder does not take place as a single reaction, however, and the byproducts are not easily predicted. One study's results showed that it produced (in order of descending quantities): 55.91% solid products: potassium carbonate, potassium sulfate, potassium sulfide, sulfur, potassium nitrate, potassium thiocyanate, carbon, ammonium carbonate. 42.98% gaseous products: carbon dioxide, nitrogen, carbon monoxide, hydrogen sulfide, hydrogen, methane, 1.11% water.

Black powder formulations where the nitrate used is sodium nitrate tend to be hygroscopic, unlike black powders where the nitrate used is saltpeter. Because of this, black powders which uses saltpeter can be stored unsealed and remain viable for centuries provided no liquid water is ever introduced. Muzzleloaders have been known to fire after hanging on a wall for decades in a loaded state, provided they remained dry. By contrast, powder that uses sodium nitrate, which is typically intended for blasting, must be sealed from moisture in the air to remain stable for long times.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Gunpowder>

<http://chemistry.about.com/od/historyofchemistry/a/gunpowder.htm>

Mindenkit kérek arra, hogy a fordításokaz **csatolt fájlként** (.doc formátumban!!) küldje és a dokumentum bal felső sarkában szerepeljen a **neve, iskolája és osztálya**.

A dokumentum elnevezésekor a saját neveteket is feltétlen tüntessétek fel a címen kívül könnyebb eligazodás érdekében!

A következő fordítást is csak az alábbi email címre küldjétek:

kokelangol@gmail.com

Beküldési határidő: 2010. április 1.

„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Dr. Róka András

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 tudásszinten 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!

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2010. április 1-ig postára adva:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

Budapest Pf. 32.

1518

Kérdések:

1. Köztudott, hogy a szén-dioxid nem táplálja az égést, a parázsló gyújtópálca elalszik benne. A meggyújtott magnéziumszalag mégis ég a szén-dioxidot tartalmazó lombikban.

Miért lehetséges ez?

2. Ha fenolftaleinnel „megfestett” meszes vízbe szárazjeget dobunk (vagy szén-dioxidot vezetünk), a lilás-piros oldat először zavarossá válik, majd elszíntelenedve kitisztul. Mi történik, és milyen típusú reakciók játszódnak le a különböző fázisokban?

3. Kémiai szempontból mi a hasonlóság és mi a különbség egy üveg felbontott és bontatlan pezsgő között?

4. Ha a konyhasó telített oldatát hígítjuk, csökken az elektromos vezetése. Ha a tömény ecetsavat hígítjuk, egy ideig tág tartományban nő a vezetés, majd szintén csökken. Mivel magyarázható a különböző viselkedés?

5. Mi lehet a kémiai háttere annak, hogy az orgonát sokkal hamarabb találták fel, mint zongorát?

6. „Kisleány szoknyája térdig föl van hajtva,
Mivelhogy ruhákat mos a fris patakba’...”
Miért nem szennyezte a környezetet?

7. Szervezetünkben minden élettani folyamat egymással kapcsolatban lévő szervekhez, szervrendszerekhez kötődik. Van-e szerve szervezetünkben az energiatermelésnek, pontosabban a kémiai energia átalakításának? Hányféle energiaátalakítási lépést tudsz megemlíteni / megkülönböztetni szervezetedben?

KERESD BENNE A KÉMIÁT!

Kalydi György

Kedves Diákok!

Mindenkinek jó munkát és sok szerencsét kívánok az új idézetekhez.

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2010. április 1-ig postára adva:

KÖKÉL „Keresd benne a kémiát!”

Kalydi György, Krúdy Gyula Gimnázium

Győr, Örkény út 8-10 9024

Új idézetek

6. idézet

„Tudja azt minden ember, hogy a falevél a megfordított állati tüdő. A tüdő élennyel táplálkozik, s azótot lehel vissza, a falevél pedig az azótot szívja

1. Hogy nevezzük ma az említett két elemet (éleny, azót)?
2. Kinek, kiknek a nevéhez fűződnek ezek a reformkori elemelnevezések? Írj legalább hármat!

3. Melyik nagy reformkori mozgalomnak a természettudományos művelői voltak?
4. Sorolj fel legalább tíz ismert elemnek az akkori nevét!
5. Milyen elv alapján születtek ezek az elemnevek?
6. Melyik elem neve maradt meg a mai napig a kémiai nyelvzetben?
7. Ahogy az éleny úgy az azót is kikopott már a beszélt nyelvből. Azonban egy vegyületcsoport illetve egy vegyipari művelet őrzi még ezt a régi kifejezést. Melyek ezek?

7. idézet

„ az ebonit, ez a neme a vulkanizált kaucsuknak, amiből fésűket, botokat, sőt hintórugókat is készítenek.” (Jókai Mór: A jövő század regénye)

Kérdések:

1. Mi a kaucsuk és az ebonit?
2. Kémiaiilag milyen alapvető egységekből épül fel a kaucsuk?
3. Mit jelent magyarul a kaucsuk szó?
4. Melyik földrésről származik a kaucsuk?
5. A kaucsuk egy fának a nedve. 60-70 évvel ezelőtt hazánkban és a környező országokban olyan növényeket kerestek, amelyek a kaucsukhoz hasonló nedvet (tejet) adnak. Melyik ez a növény?
6. Egy angol tudós először radírgumit állított elő kaucsukból. Ki volt ő? Melyik elem felfedezése fűződik a nevéhez?
7. Milyen kémiai folyamat a vulkanizálás és miért van erre szükség?
8. Kinek a nevéhez fűződik a kaucsuk vulkanizálása? Ki volt a mitológiából ismert Vulcanus?
9. A kaucsukkal rokon szerkezetű vegyületekkel a Nobel-díjas Ruzicka is dolgozott. Mi fűződik a nevéhez?
10. A gumi amorf anyag. Mit jelent ez a szó? Mi jellemzi ezt az állapotot? Milyen más anyagnál található még ez az állapot?

8. idézet

„ Ott azután a sötétben is ismerte azt a helyet, ahol Döbereiner-féle gyűjtője állt, annak a platin-taplójánál meggyújtá a viasztekercsét, s azzal lefeküdt. (Jókai Mór: A névtelen vár)

Kérdések:

1. Ki volt Döbereiner?
2. Döbereiner szoros barátságban volt egy nagy német költővel, aki sokszor kikérte a véleményét természettudományi kérdésekben. Ki Ő?
3. Mi volt Döbereiner-féle gyűjtő elvének alapja, hogyan működött?
4. Döbereiner az akkor ismert elemeket is rendszerezte. Mi volt ennek az alapja?
5. Az elemek rendszerezésével sokan foglalkoztak. Sorolj fel legalább ötöt!
6. Magyar tudósok nevéhez is fűződik egyfajta periódusos rendszer. Melyik ez?

9. idézet

„Tölts belém egy akó ópiumot, vagy fűrössz meg kloroformtengerben, ha azt akarod, hogy nyugodt legyek!” (Jókai Mór: A jövő század regénye)

Kérdések:

1. Mi az idézetben szereplő kloroform kémiai neve, képlete? A szerves vegyületek melyik csoportjába tartozik?
2. Ki fedezte fel, és mikor ezt a vegyületet, illetve ki és mikor tisztázta a szerkezetét?
3. A kloroformot régen altatásra, narkotizálásra használták. Ki, mikor alkalmazta először és milyen alkalommal?
4. A kloroform felfedezése előtt mivel, hogyan végezték a fájdalomcsillapítást? Írj legalább hármat!
5. A kloroform metánból is előállítható. Írd le egyenlettel! Mi ennek a folyamatnak a neve?
6. Mi történik a kloroformmal, ha napfény éri oxigén jelenlétében? Írd le a reakciót egyenlettel! Mi a keletkezett vegyület neve? Miért veszélyes ez a folyamat?

7. A kloroformmal rokon vegyület a jodoform. Mi a képlete és mire alkalmas a jodoform-próba?
8. Az idézetben szerepel az akó kifejezés. Milyen mértékegység ez és váltsd át most használatos mértékegységre!

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@gmail.com, Telefon: 06 52 512 900 / 22581-es mellék.

Molnár József

Miről mesél a pezsgőtabletta?

1. Bevezetés és célkitűzések

Tapasztalatom szerint az egyéni vagy csoportos projektekben még azok a tanulók is szívesen részt vesznek, akik amúgy nem mutatnak kellő érdeklődést, szorgalmat az adott tantárgy tanulásában. Évfolyamonként évente egy-egy témában rendszeresen adok feladatokat. Erről a Kémiatanárok XXIII. Konferenciáján már tettem említést (Molnár, 2008). Nem kémiai témában már volt több, egy-egy teljes osztályt megmozgató, nyilvános előadással végződő, közös munkánk. Nagyon fontos eredménynek tartom, hogy a tanulók elsajátítják a prezentációkészítés technikáját. Az sem mellékes, hogy fokozatosan megtanulják az ismeretek kritikai feldolgozását.

Az osztrák kémiatanárok szövetsége (Verband der Chemielehrer/innen Österreichs továbbiakban VCÖ) a 2008/2009 tanévben, immár 10. alkalommal írta ki diákok számára a projektversenyét (VCÖ, 2008). Ezen a szponzorok segítségével 218 osztrák és 10 külföldi, köztük 4 magyar iskola is részt vett. (Városmajori Gimnázium, Budapest; Irinyi János Gimnázium, Debrecen; Kazinczy

Ferenc Általános iskola; Nyíregyháza; Berzsényi D. Evangélikus Gimnázium, Sopron – Riedel, 2009). A versenyben a mindennapi életünk kémiája témakörbe illő, német nyelven benyújtott projektmunkákkal lehetett pályázni. A diákok önálló kísérleteit és irodalmi kutatásait egy kb. 50 oldalas írásos dokumentumban kellett összefoglalni, a munka egyes fázisait bemutató képekkel illusztrálva, CD-melléklettel.

A következőkben a soproni BDEG 9.C osztálya által készített, a zsűri által különdíjban részesített pályaművet (VCÖ, 2009a) ismertetem, melynek címe „Worüber erzählt die Brausetablette?” (Miről mesél a pezsgőtabletta?).

1.1. A pályázat célkitűzései

Az osztály számára a kitűzött feladat – a pezsgőporok/tabletták sajátosságainak ismeretét felhasználva – a kémiai egyensúly, ezen belül a sav-bázis egyensúlyok témakörének feldolgozása volt – német nyelven. Nemzetiségi osztályról lévén szó, a német nyelv használata nem jelentett elsősre problémát. Sajnos, a kémiát nem németül tanulják, ezért kémiai szakszókincssel nem rendelkeztek a tanulók. Mivel a vezetőtanár nem tud németül, maradt a német nyelvű kémia tankönyvekből történő tanulás (Botsch és mtsai, 1984, Ernst és mtsai, 2005). Ennek eredményességét a projektmunkát bemutató iskolai német nyelvű előadás és a projektnapló színvonala bizonyította.

A pályázatra történő jelentkezés után egy háromfős szervezőcsapatot neveztünk ki. Ők azonnal nekiláttak a részfeladatok megfogalmazásához.

Ezek között szerepelt:

- interjú készítése a soproni „Segítő Mária” Gyógyszertárban;
- irodalmazás, internetes anyaggyűjtés (a pezsgőporok/tabletták története, összetétele, használata);
- bemutató- és tanulókísérletek a pezsgőporok/tabletták kémiai sajátosságainak megismerésére (a víz és a savi erősség szerepe a pezsgés létrejöttében);
- a kémiai egyensúlyi folyamatok matematikai összefüggéseinek feltárása;
- kvantitatív analitikai mérések (egy pezsgőtabletta kalciumtartalmának és az ecetsav disszociációs állandójának meghatározása).

2. A projektben feldolgozott témák – kísérleti rész

Választott témánk – a kémiai egyensúly – az átlag tanuló számára megfoghatatlan, túl elméleti, a mindennapoktól nagyon távol áll. Ennek következtében nem is fektetnek kellő energiát a folyamat megértésére. Tervem az volt, hogy egy olyan, szinte mindennapos esemény segítségével, mint a pezsgőtabletták feloldása, vezessem rá a tanulókat a kémiai egyensúlyok fontosságára.

A vizsgálatok megkezdése előtt a szervezőcsapat tagjai előkészítették a gyógyszerügyi látogatást, kiosztották az irodalmazási témákat, a kísérletek és mérések elvégzése érdekében felvették a kapcsolatot a Nyugat-magyarországi Egyetem Kémiai Intézetével és a 11. évfolyamos kémiai fakultációs csoporttal. Az osztály tagjai elkezdtek a német kémiai szaknyelv elsajátítását; többen vállalták a mérési feladatok szövegének fordítását, a projektnapló vezetését. Januárban a szervezőcsapattal vettük át a Városmajori Gimnáziumban – a résztvevő másik három csapattal együtt – a szponzorok ajándékát, egy 1000 euró értékű laboratóriumi felszerelést (*Projekthilfen*, 2009) (az ajándéknak nagy hasznát vettük a későbbiekben).

2.1. Pezsgőporok/tabletták a mindennapi életben

A reklámok célzott figyelésével, valamint az internet böngészésével a diákok hamar rájöttek, hogy a pezsgőtabletták/porok nemcsak a gyógyászatban használatosak, hanem az élet számos területén megtalálhatók: gyógyszer, üdítőital, fürdősó, tisztítószer egyaránt kapható.

Felhasználásától függetlenül valamennyi pezsgőpor és -tabletta két fő komponenst tartalmaz: egy szilárd szerves savat (leggyakrabban citromsavat vagy borkósavat) és egy gázképzőt (általában nátrium-hidrogén-karbonátot vagy kalcium-karbonátot) (*WEB-1*). A többi összetevő már egyedi. Pl. a gyógyszereknél a hatóanyag, a fürdősóknál az illatanyag, a detergens, a vízlágyító, míg az italoknál az íz- és illatanyag, a cukor.

Régi receptkönyvekben keresgélve találtak a házilag is elkészíthető pezsgőfürdő-tabletta összetételével (*Inzelt*, 1967), amelyben a főkomponensek mellett detergenst, fertőtlenítőszer, illatanyagot és némi festékanyagot alkalmaznak. A megvásárolható pezsgőfürdő kellemes

relaxáló hatása mellett kedvező a porban levő citromsav bőrpoló sajátsága is (*WEB-2*).

Üdítőitalok alapanyagául pedig pezsgőtabletták és pezsgőporok sokasága szolgál. Reklámja szerint „Ideális a gyerekeknek ez az alkoholmentes frissítő! Kevés cukrot, sok C-vitamint és kalciumot tartalmaz.” (*WEB-3*).

A tisztítószer-pezsgőpor vagy -tabletta használata pedig legyen egyszerű, és hatása gyors, mint ahogy a reklámfilm bemutatja (*videó1*).

2.1.1. Pezsgőporok/tabletták gyógyászati alkalmazása

A gyógyszerügyi beszélgetés során a diákok megtudták, hogy a pezsgőtabletta, illetve a pezsgőpor napjainkban általánosan elterjedt gyógyszerforma:

- Főleg olyan esetekben alkalmazzák, ha a hatóanyag mennyisége olyan nagy, hogy a belőle készült tablettát nem lehetne lenyelni (elsősorban láz- vagy fájdalom-csillapítóként, valamint vitaminok, illetve kalcium bevitelére használják).
- Kedvező ez a kiszerezési forma akkor is, ha olyan komponenseket tartalmaz a tabletta, amelyek érzékenyek a kémhatásra (pl. aminosavak, antibiotikumok).
- Különböző ízesítéssel a hatóanyagok kellemetlen íze csökkenthető, vagy elnyomható.
- Használatukat az is indokolja, hogy az oldatban bejuttatott hatóanyag felszívódása gyorsabb, mint a tablettákból.

A beszélgetés olyannyira felkeltette érdeklődésüket, hogy különböző irodalmi források alapján tájékozódtak: a pezsgőtabletták mióta és milyen gyógyszerek esetében használatosak? Felismerték, hogy mennyire fontos a hatóanyag pontos mennyiségének ismerete, ezért a tervezett feladatokat kiegészítették egy kalciumtartalmú pezsgőtabletta tényleges Ca-tartalmának meghatározásával.

2.2. Történeti áttekintés

A diákok felkutatták, hogy az első pezsgőport a gyógyászatban alkalmazták – Seidlitz-por néven. A por névadója a csehországi Seidlitz nevű falu, amelynek forrásvizében F. Hoffmann felfedezte a keserűsöt (*Fülöp*, 1942). A Seidlitz-por alkalmazásáról írásos feljegyzéseket a 19. század

elejéről találtak. Egy 1817-ben keltezett angliai magánlevélben azt írják, hogy patikában kapható ez a gyógyszer (*WEB-4*). Az 1800-as évek közepén kiadott lexikonokban is szerepel az összetétele, tárolása (*Pierer's*, 1867, *Meyers*, 1888). Az amerikai porban borkősav és szódabikarbóna (*U.S.P.* 1870), míg az Európában használatos keverékben ezeken kívül kálium-nátrium-tartarát is volt (*Pierer's*, 1867). A készítmény külön tasakban tartalmazta a savat és a szódabikarbónát. Gyógyászati felhasználását a tartarát hashajtó hatása indokolta. Az egyes gyógyszerkönyvek és gyógyszerktan tankönyvek még a 20. században is említik (pl. *Isekutz*, 1957-59).

A diákok azt is kiderítették, hogy az első gyógyszerként használt pezsgőtabletta az Alka-Seltzer® volt, amely 1931-ben került forgalomba (*WEB-5*). Szülőhazájában, az Egyesült Államokban, napjainkban is megmaradt a legismertebb és legnépszerűbb fájdalomcsillapítónak. A tablettát acetilszalicilsavat, citromsavat és nátrium-hidrogén-karbonátot tartalmaz. Az Alka-Seltzer®-nek számos reklámfilmjét találták a diákok a weboldalakon. Ezek közül a leghíresebbet „Speedy” bábfigurája alakítja (*video2*). Váratlan felfedezés volt számukra, hogy az 1950-es években készült reklámfilm-sorozat producere az Oszkár-díjas magyar származású Pál György (*WEB-6*) volt. Rábukkantak, hogy a ceglédi születésű Marincsák György Pál kezdetben a Hunnia Filmstúdióban dolgozott. Európa több országában megfordult. Londonban „Puppetoons” néven sajátos bábkészítési módszert dolgozott ki. Végül az USA-ba emigrált, és az animáció, a bábműfaj, a speciális effektusok nagymestere volt (*Kenyeres*, 1994).

Az üdítőital pezsgőporok karriere 1925-ben kezdődött, amikor a stuttgarti Theodor Beltle borkősav és szódabikarbóna keverékéből gyártani kezdte a citrom vagy narancs ízesítésű „buborékos” limonádé alapanyagát, az Ahoj-Brause-t (*WEB-7*).

2.3. A pezsgőporok/tabletták működése

Közönséges körülmények közt, vagyis ha a pezsgőtablettát vízbe teszünk, a tablettából buborékok ezrei indulnak a folyadék felszíne felé. A tankönyvi megfogalmazás szerint (*Ernst*, 2005 p.161-162.) a folyamat magyarázható azzal, hogy a tablettát savkomponense (erősebb sav) sójából felszabadítja a gyengébbet (szénsav). Pl. borkősav és szódabikarbóna reakciója:



Ez az általánosan használt felírás azonban a diákok számos kérdésével vetette fel:

- A savak és sók reakciója miből érzékelhető?
- A pezsgőpor/tabletta átalakulás nélkül nagyon hosszú ideig tárolható. Komponensei miért nem reagálnak egymással?
- Vízmentes oldószert használva történik-e változás?
- Mit jelent a szerves sav kifejezés?
- Milyen szerepe van a savak erősségének, és az erősség hogyan befolyásolja a reakció lefutását?
- A komponensek oldhatósága milyen hatással van a pezsgés intenzitására?

A pezsgőtabletták működésével kapcsolatban a diákok ismét érdekes kérdéseket tettek fel, amikor internetes szörfölésük során rábukkantak egy NASA-kísérletet bemutató videóra (*video3*), amelyben azt illusztrálták, hogy a súlytalanság állapotában egy vízgömbbe helyezett pezsgőtabletta pezsgése egy idő után leáll.

- Mi akadályozza meg, hogy a pezsgőtabletta teljesen elreagáljon?
- A pezsgőporok/tabletták működésének kémiai folyamatai leírhatók-e általános matematikai összefüggésekkel?

2.3.1. Savak és sók reakciója

A sók és sav reakcióját három modellkísérlet elvégzésével tanulmányozták a diákok.

Három főzőpohárba rendre nátrium-hidrogén-karbonát-, nátrium-acetát- és nátrium-szilikát vizes oldatát tették, majd mindegyikhez 10 százalékos sósavat öntöttek.

A vizsgálatot az osztály összes tanulója elvégezte, a munkáról jegyzőkönyvet készítettek. Megfigyelték a reakcióban keletkező gyenge savak jelenlétét: a szénsav bomlását, az ecetsav illatát, a kovásvégel kicsapódását.

2.3.2. A víz szerepe

Néhányan bemutató kísérletet végeztek annak igazolására, hogy a pezsgőporok/tabletták pezsgése csak vizes közegben játszódik le, megfigyeléseiket jegyzőkönyvben rögzítették.

a) Három főzőpohárba rendre *n*-heptánt, acetont és metanolt öntöttek, majd mindegyikbe pezsgőtablettát (Calcium-D-Sandoz, Multivitamin, vagy C-vitamin 1000 mg) helyeztek. Kellő várakozási idő után a keverékekhez vizet adtak.

Megfigyelték, hogy a pezsgés mindegyik esetben elmaradt. Metanolban a színyanyagok fokozatosan kioldódtak, és a tabletták egyszerűen szétesett. Víz hozzáadása után az apoláris *n*-heptánt tartalmazó pohárban két fázis alakult ki, és a víz hatására mindegyik pohárban intenzív gázfejlődés indult meg.

b) Három főzőpohárba ismét rendre *n*-heptánt, acetont és metanolt öntöttek, majd oldószerekhez jégcezetet adtak, és ebbe a keverékbe nátrium-hidrogén-karbonátot szórtak.

Ugyanazt a jelenséget, vagyis a pezsgés hiányát, figyelték meg. Hiába oldódik a jégcezet ezekben az oldószerekben, a szóda-bikarbonáttal láthatóan nem reagál.

2.3.3. A szerves savak erőssége és oldhatósága

A szilárd szerves savak szerepe nagyon fontos a pezsgés létrejöttében. A diákok azonban addigi tanulmányaik során legfeljebb a megnevezésekkel találkoztak (pl. borkősav, citromsav, aszkorbinsav). Sem összetételük, sem tulajdonságaik nem voltak ismertek.

A molekulák alakjának, és a funkciós csoportok térbeli elhelyezkedésének megismeréséhez, egy tanórai foglalkozáson a tanulók összeállították a pezsgőtablettákban általánosan használt szerves savak molekulamodelljeit. A feladatokhoz a szponzoroktól kapott MMS-AUST-61 „Molymod Custom Model Set” típusú modellkészletet használták.

A disszociáció, disszociációs állandó fogalmának tisztázása után a diákok a kikeresett irodalmi adatok (Mázor, 1971) alapján megfigyelték, hogy a pezsgőporokban/tablettákban előforduló savak erőssége minden esetben kb. három nagyságrenddel nagyobb, mint a szénsavé.

sav	K_1	K_2	K_3
citromsav	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$
borkősav	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	
szalicilsav	$1,06 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-14}$	

szénsav	$4,31 \cdot 10^{-7}$	$5,65 \cdot 10^{-11}$	
---------	----------------------	-----------------------	--

Az irodalmi adatok keresése során a diákok azt is észrevették, hogy a szalicilsav erőssége megegyező a pezsgőtablettákban használt savakéval, viszont oldhatósága nagyon kicsi ($0,18 \text{ g}/100 \text{ cm}^3 \text{ víz}$) (Mázor, 1966). Ezért tanulókísérlet során a pezsgőporok összetételével analóg porkeverékeket állítottak elő és vizsgálták a pezsgés erősségét.

Két főzőpoharat vízzel félig töltöttek, majd mindkettőhöz 1-1 kanálnyi előzetesen elporított borkősav, illetve szalicilsav és azonos mennyiségű szóda-bikarbona keverékét adták.

Megfigyelték, hogy a vízben jól oldódó borkősav és a szóda-bikarbona keveréke lesüllyed a pohár aljára és intenzív pezsgést eredményez. Ezzel szemben a vízben kevésbé oldódó szalicilsav és a NaHCO_3 keveréke úszik a víz felszínén, alig volt látható a gázképződés.

2.4. A savak erősségének és az ecetsav disszociációs állandójának meghatározása

Egy sav erőssége adott koncentrációban a disszociáció mértékével arányos. Vagyis a sósav és az ecetsav erősségének összehasonlításához a diákoknak az oldatban lévő oxóniumion-koncentráció és a savak analitikai koncentrációjának ismeretére volt szükségük. A vizsgálat két részből állt:

a) $\sim 10^{-1} \text{ mol}/\text{dm}^3$ sósav- és ecetsav-oldatok analitikai koncentrációjának meghatározása sav-bázis titrálással;

b) a $10^{-1} \text{ mol}/\text{dm}^3$ sósavból és ecetsavból 10^{-2} - $10^{-3} \text{ mol}/\text{dm}^3$ koncentrációjú oldatsorozat elkészítése, majd az oldatok pH-jának mérése.

A kb. $0,1 \text{ mol}/\text{dm}^3$ koncentrációjú ecetsav- és sósav-törzsoldatok pontos analitikai koncentrációját a 11. évfolyamos diákok magyar nyelvű leírás alapján (Schulek, 1971) fakultációs órájukon határozták meg (amit a projektnaplóhoz utólag fordítottak le a diákok). A fakultációs csoport mérési adataiból a diákok tanórán a LEGO®-elv alapján (Molnár, 2005) számoltak eredményt.

Három diák a sósav és ecetsav törzsoldatból pontos hígítással $\sim 0,01$ és $\sim 0,001 \text{ mol}/\text{dm}^3$ koncentrációjú oldatokat készített. A pH-mérést az eszközcsomagban kapott pH-mérő készülékkel (VWR pH100 típus) végezték el. Megismerték a készülék kezelését

(VWR Manual), kalibrálták, majd sorban megmérték az oldatok pH-ját. Mérési adataikat jegyzőkönyvben rögzítették.

Mivel tanulók a logaritmus összefüggéseit még nem tanulták matematikából, segítséget kértek, hogy az oldatok pH-jából kiszámoljam az oldatok oxóniumion-koncentrációját. A disszociációfok és disszociációs állandó képletébe behelyettesítették a megfelelő koncentrációk adatát, és elvégezték a műveletet. Az alábbi értékeket kapták:

sósavoldatok			
c (mol/dm ³)	pH-érték	$[H_3O^+]$	α
$1,3808 \cdot 10^{-1}$	0,99	$1,023 \cdot 10^{-1}$	0,741
$1,3808 \cdot 10^{-2}$	1,86	$1,380 \cdot 10^{-2}$	0,999
$1,3808 \cdot 10^{-3}$	2,86	$1,380 \cdot 10^{-3}$	0,999

ecetsavoldatok			
c (mol/dm ³)	pH-érték	$[H_3O^+]$	α
$1,5511 \cdot 10^{-1}$	2,76	$1,738 \cdot 10^{-3}$	0,011
$1,5511 \cdot 10^{-2}$	3,29	$5,129 \cdot 10^{-4}$	0,033
$1,5511 \cdot 10^{-3}$	3,81	$1,549 \cdot 10^{-4}$	0,100

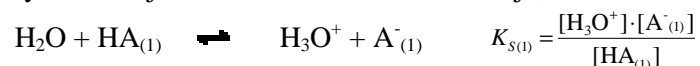
$$K_s = \frac{[H_3O^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]} = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

A disszociációfokra és disszociációs állandóra kapott eredmények alapján a diákok felismerték, hogy azok értéke összefüggésben van a savak erősségével.

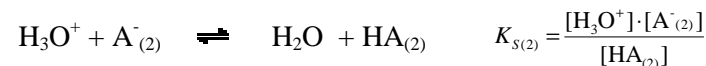
2.5. A sav-bázis egyensúlyok matematikai összefüggései

A pezsgőtabletta sav és só komponense, valamint a víz között lejátszódó összetett reakciósort a diákok általános képletekkel (egyértékű savra és sóra) vezették le, kiegészítve disszociációs állandók matematikai egyenleteivel.

Ha egy só oldatához savoldatot adunk, akkor egyidejűleg több egyensúlyi reakció játszódik le. A sav disszociációja,



és a só anionjának protonálódása:



A sav és a só analitikai koncentrációját – $c_{(1)}$ és $c_{(2)}$ – bevezetve, felismerték, hogy a disszociációs állandó egyenletében az anion-koncentrációk kifejezhetők a megfelelő szabad sav analitikai és egyensúlyi koncentrációjával:

$$K_{s(1)} = \frac{[H_3O^+] \cdot (c_{(1)} - [HA_{(1)})]}{[HA_{(1)})} \quad \text{és} \quad K_{s(2)} = \frac{[H_3O^+] \cdot (c_{(2)} - [HA_{(2)})]}{[HA_{(2)})}$$

Ezekből – az oxóniumion egyensúlyi koncentrációját kifejezve, és az összefüggések egyenlővé tétele után –

$$\frac{K_{s(1)} \cdot [HA_{(1)})]}{c_{(1)} - [HA_{(1)})]} = \frac{K_{s(2)} \cdot [HA_{(2)})]}{c_{(2)} - [HA_{(2)})]}$$

arra a következtetésre jutottak, hogy a szabad savak egyensúlyi koncentrációja csak a savi állandók és a bemérési koncentrációk nagyságától függ:

$$\frac{K_{s(1)} \cdot [HA_{(1)})]}{K_{s(2)} \cdot [HA_{(2)})]} = \frac{c_{(1)} - [HA_{(1)})]}{c_{(2)} - [HA_{(2)})]}$$

A matematikai levezetés eredménye a diákok számára is érthető magyarázatot adott a kísérletek során tapasztalt jelenségekre. Vagyis, hogy egy sav és egy só vizes oldatának rendszerében lejátszódó egyensúlyi folyamatokat a savi disszociációs állandók, a reakcióban szereplő sav és a só bemérési koncentrációja, valamint a másodlagos folyamatok határozzák meg.

2.6. Calcium-D-Sandoz pezsgőtabletta hatóanyagának meghatározása

Számos pezsgőtabletta fontos komponense valamilyen kalciumtartalmú vegyület, amelynek adagolásához szükséges a pontos tartalom ismerete. Felkeltette a diákok kíváncsiságát, hogy hogyan lehet a pezsgőtablettában lévő kalcium mennyiségét megmérni.

Mivel a komplexképződés és a komplexometriás titrálás nem szerepel a gimnáziumi tananyagban, az elvek megismerésére külön foglalkozáson került sor. Ennek során a diákok elkészítették az etiléndiammin-tetraecetsav molekula, valamint a kalcium-edetát-komplex

modelljét is. Eszközök és anyagok hiányában a Calcium-D-Sandoz pezsgőtabletta analízisét a 11. évfolyamos diákok a Nyugat-magyarországi Egyetem Kémia Tanszékének laboratóriumában, fakultációs órájukon végezték el. A vizsgálathoz szükséges pezsgőtablettatörzsdoldatot, a nátrium-edetát mérőoldatot és a reagenseket a csoport készen kapta.

A törzsdoldatból munkaoldatot hígtottak, majd az oldat kalcium-tartalmát komplexometriás titrálással, magyar nyelvű leírás (Sajó, 1973) alapján határozták meg.

A fakultációs csoport analízis adataiból a 9.-es diákok a LEGO®-elv használatával számították ki a pezsgőtabletta kalcium-tartalmát. Eredményük jó egyezést mutatott a gyártó által megadott hivatalos hatóanyag-tartalommal.

2.7. A pályázati album elkészítése

Az irodalmi kutatások és a kísérleti munka összegzéseként német nyelven egy iskolai bemutató előadást tartottak a diákok, amit a projektnapló összeállítása, az elvégzett feladatok fényképekkel dokumentált írásos megfogalmazása követett.

2.7.1. Bemutató előadás

A kitűzött tennivalók lezárásaként a diákok egy 30 percre tervezett, német nyelvű előadás anyagát állították össze, amelyben a kísérletek, és azok eredményeinek bemutatása volt az elsődleges cél. Az előadáshoz több meghívóvázlatot is készítettek, de csak a végleges változat került a hirdetőtáblára és az iskolai web-oldalra (WEB-8).

A „Power Point” prezentációhoz a diákok választották ki a megfelelő hátteret, betűalakat és színt. A bemutató diáinak sorrendjét témakörök szerint csoportosították, és az előadás végleges szövegét szakmai és nyelvi szempontok szerint többször megvitaták.

Az előadásra az iskola dísztermében került sor, ahol közel 150 vendég jelent meg. A tanárok és szülők mellett a város német nemzetiségi tanulói érdeklődve várták a prezentációt, hiszen számukra is érdekes volt németül megismerni a kémia szaknyelvét.

Az eredmények bemutatásához a diákok a projekt munka során készített fényképfelvételek sokaságából válogattak. A száraz tényeket a

pezsgőporok/tabletták történeti érdekességei, reklámjaik videó részletei, valamint a helyszínen elvégzett kísérletek tették színesebbé.

Az előadásról (melyről videofelvétel is készült) Sopron Város internetes újságja a projektvezető tanárral készített riportban és fényképgaléria bemutatásával számolt be (WEB-9).

2.7.2. A projektnapló

A projektpályázat összeállításában a legnehezebb szakaszt a dokumentáció elkészítése jelentette, mert az elvégzett kísérletek és mérések, valamint eredményeik német nyelvű bemutatása, összegzése igen bonyolult feladatnak mutatkozott a diákok számára. A projektvezető segítségével megállapodtak az album összefűzésének sorrendiségében, és hogy mely képek kerüljenek be a mappába.

A formai követelményeket betartva végül egy 69 oldalas német nyelven írt dokumentációt készítettek el, ami 39 irodalmi hivatkozást tartalmazott. Az írásos anyagot a bemutató előadás 65 diaképe, a képanyag elektronikus gyűjteménye, valamint videofelvételek egészítették ki.

2.7.3. Poszterkészítés

A pályaművek értékelése során a zsűri különdíjra jelölte a projektmunkát, és egy poszter elkészítését írta elő a csoport számára, amit a 10. Europäischer Chemielehrer/innenkongress keretében kellett bemutatni (VCÖ, 2009a). A szerteágazó témát és a sok kísérletet, mérést egyetlen poszteren összegezni nem volt könnyű feladat. A poszter ugyan nem tudta visszaadni az elmúlt három hónap tanóráinak és tanórán kívüli együttléteinek hangulatát, de az elvégzett munkáról hűen számolt be.

3. Megállapítások és eredmények

A projekt munka során a 9.C osztály tanulói megvizsgálták, hogy milyen reakció játszódik le, amikor a pezsgőtablettát vízbe tesszük, és feltárták a folyamathoz szükséges kémiai feltételeket.

Irodalmi kutatás

A diákok számos reklám és hirdetés összegyűjtésével tanúsították, hogy a pezsgőtabletták/porok a gyógyászatban, az élelmiszerek, valamint a tisztító- és tisztálkodási szerek között egyaránt megtalálhatók.

A pezsgőtablettákról és porokról számos érdekességet ismertek meg, többek közt a pezsgőtabletták reklámtörténetének hazai vonatkozásait, vagy a NASA súlytalanságban végzett kísérleteit.

A kísérletek kiválasztásához részletesen tanulmányozták a német nyelvű szakirodalmat és internetes forrásokat, ami jelentősen fejlesztette kémiai szókincsüket.

Pezsgőtablettával végzett kísérletek

A tanulók a projekt munka során megismerkedtek a biztonságos laboratóriumi munkavégzés szabályaival, és jártasságot szereztek a laboratóriumi eszközök helyes használatában.

Kísérletekkel igazolták, hogy a pezsgőtablettának legalább az egyik komponensét fel kell oldani ahhoz, hogy a reakció megfelelő sebességgel végbemenjen (ha mindkét reakciópartner szilárd fázisban van, a reakció nem, vagy csak nagyon lassan játszódik le).

Magyarázatot találtak arra, hogy a súlytalanság állapotában végzett kísérlet során miért áll meg a reakció (a keletkező szén-dioxid nem távozik el, hanem védőburkot hoz létre a pezsgőtabletta és a víz között, ezért sem a sav, sem a nátrium-hidrogénkarbonát nem tud a továbbiakban oldódni).

Bizonyították, hogy vízmentes oldószerben a gázfejlődés elmarad, a kémiai reakció nem játszódik le. Szükséges a víz jelenléte. Azaz a víznek kiemelkedő szerepe van a kémiai reakció létrejöttében, és nem csupán oldószerként, hanem mint reakciópartner vesz részt a folyamatban.

Bemutatták, hogy víz helyett nem használható olyan oldószer, amelyben a sav nem disszociál, azaz az oldószer és a sav között nem játszódik le hidrogénion átadás. (Ezért heptánban sem a pezsgőtabletta nem pezseg, sem az ecetsav nem lép reakcióba nátrium-hidrogénkarbonáttal.)

Savak erőssége, disszociációs állandó

Megismerték a disszociációs állandó meghatározásának módszerét, és méréseik adataiból kiszámították az ecetsav disszociációs állandóját. Számított eredményük ($K_s=1,82 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$) jó egyezést mutatott az irodalmi értékkel (Mázor, 1971): $1,753 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.

Méréseikkel igazolták, hogy a sósavban teljes a disszociáció, de az ecetsav oldatban nem, azaz a sósav erős sav, az ecetsav viszont nem.

Matematikai úton levezették és kísérlettel is igazolták, hogy a disszociáció és a protonálódás mellett lejátszódó másodlagos folyamatok határozzák meg, hogy a sav és só vizes oldatának rendszerében mi fog történni. (Amennyiben az egyik sav távozik a rendszerből – csapadékképződés, illékonyág, bomlás következtében – az egyensúly eltolódik, azaz a reakció teljessé válik).

Analitikai mérések

A fakultációs csoport megismerte az analitikai mérések gondos kivitelezésének módját. Az általuk precízen elvégzett sav-bázis titrálás és komplexometriás kalciumtartalom-meghatározás a projekt munka fontos kiegészítő eleme volt.

4. A projekt munka hozadéka

A VCÖ által meghirdetett pályázat a 2008/2009 tanévben lehetőséget adott a 9.C német nemzetiségi osztálynak, hogy részt vegyenek egy nemzetközi versenyben. A projekt munkát a PlasticsEurope és a Richter Gedeon Rt támogatta egy 1000 euró értékű eszközkészlettel, amely többek között pH-mérő készüléket, mágneses keverőt és molekulamodell-készleteket tartalmazott.

A diákok a célkitűzésben megfogalmazott feladatokat maradéktalanul elvégezték, és munkájukról a pályázati feltételekben rögzített módon beszámoltak. A pályamunkát az értékelő zsűri kiválóan minősítette, és különdíj odaítélésével jutalmazta (VCÖ, 2009b).

Az eredmények elsődleges hasznosulása a pályázatban részt vevő osztályközösségnél és fakultációs csoportnál jelentkezett. A tanórán és azon kívül együtt végzett feladatok közösségépítő és önbizalom-fejlesztő hatása jelentős. Megmutatkozott, hogy kik azok a vezéregyéniségek, akik alkalmasak az irányításra, és társaikat is be tudják vonni a munkába. Sajnos, az is kiderült, hogy vannak önjelölt hangoskodók, akik mindent elvállalnak, és semmit nem végeznek el – veszélyeztetve a pályázat eredményességét.

A német kémiai szaknyelv megismerése, a fordítások szakszerűségének igénye a magyar nyelven megfogalmazott ismeretekre is hatással volt. A projektnaplóban rögzített események leírása, illetve a fakultációs csoport analitikai méréseinek fordítása során egy-egy szó vagy nyelvi fordulat megfelelő alkalmazása gyakran a diákok hosszú vitáit eredményezte, ami valamennyiük nyelvtudásának bővülését szolgálta.

A diákok számára a legnagyobb kihívást a német nyelven tartott előadás jelentette. Az elvégzett munka eredményeit közönség előtt idegen nyelven bemutatni még a felnőttek számára sem mindig egyszerű. A prezentáció megszerkesztése, az illusztráló képek kiválasztása, valamint a helyszínen bemutatott kísérletek összeállítása egyaránt jó előkészítést, összehangolt csapatmunkát igényelt. A kezdeti aggodalmat és izgalmat hamar elfeledtette az előadás sikere, mint arról Sopron Város internetes újságja is beszámolt (WEB-9).

A laboratóriumi mérések és kísérletek közben szerzett gyakorlati tapasztalat a diákok manuális készségének, valamint munkaszervezés és irányítás készségének fejlesztéséhez járult hozzá. Kialakult az egymásra figyelés igénye, nem egymás mellett, hanem együtt dolgoztak.

A tananyagrészt önálló feldolgozása, elsajátítása során – valamint a csapatmunka révén – számos jellemformáló készség birtokába jutottak a diákok. Önmagukkal szembeni igényességüket tükrözi az a mód, ahogy az eseményeket a naplóban rögzítették, vagy, ahogy a díjátadóra készített poszteren eredményeiket bemutatták.

A kémiai egyensúly – aminek témája nem könnyen elsajátítható – már nem száraz tankönyvi fejezet volt számukra, hanem olyan folyamat, amivel a hétköznapi életben is találkozhatnak. Ahogy előadásuk végén megfogalmazták: „Az előadásból remélem kitűnt, hogy egy olyan, sokak által látott, de kellően nem tanulmányozott esemény, mint a pezsgőtabletták pezsgése, mennyi érdekes dologra hívja fel a figyelmet. Az sem mellékes, hogy munkánk során sikerült megérteni, hogy a sav-bázis egyensúlyok nem csak a tankönyvek bebíflázandó tananyagai, hanem a mindennapi életünkben mindenhol jelen vannak.”

3. Irodalom

- Botsch, Walter, Erich Höfling & Jürgen Mauch (1984): **Chemie in Versuch, Theorie und Übung, Band 1**, Verlag Moritz Diestenweg, Frankfurt am Main · Berlin · München
- Ernst, Christine, Claudia Puhlfürst & Martina Schönherr (főszerk.) (2005): **Duden Basiswissen Schule – Chemie, DUDEN PAETEC Schulbuchverlag**, Berlin · Frankfurt a.M.
- Fülöp Zsigmond (1942): **A bölcsek köve**, Béta Irodalmi Rt. Kiadása, Budapest, 1942. p. 132.
- Inzelt István (1967): **Vegy receptek**, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 752-753.
- Id. Isekutz Béla (1957-59): **Gyógyszertan és gyógyítás I-III. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1957-59. I./p. 831.**
- Kenyeres Ágnes (főszerk.) (1994): **Magyar Életrajzi Lexikon A-Z (1978-1991)**, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1994. p. 692.
- Mázor László (1966): **Szervekémiai analitikai kézikönyv**, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 588-589.
- Mázor László (szerk.) (1971): **Analitikai zsebkönyv.**, Műszaki Könyvkiadó, 4. javított kiadás, Budapest, pp. 140-145.
- Meyers Konversations-Lexikon (1888–1889): **Eine Encyclopädie des allgemeinen Wissens**, Bibliographisches Institut, Leipzig, p. 368-369.
http://de.wikisource.org/wiki/Datei:Meyers_b3_s0368.jpg
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Meyers_b3_s0369.jpg
- Molnár József, Molnárné Hamvas Livia (2005): **A LEGO®-elvről diákoknak**, Középiszkolai Kémiai Lapok, XXXII. 2005/4. pp. 329-339.
- Molnár József, Gazsi István (2008): **Kémiai elemek előfordulása a természetben**, XXIII. Kémiantanári Konferencia, Budapest, 2008. júl. 15-18. pp. 56-57.
- Pierer's Universal-Lexikon, Band 15. Altenburg 1862, S. 786.
<http://www.zeno.org/Pierer-1857/A/Seidlitz+Pulver>
- Projekthilfen (2009): Übergabe von Projekthilfen, *Chemie & Schule Salzburg* 27. 2009. Nr. 1. p. 35.
- Riedel Miklós (2009): **Magyar iskolák sikeres részvétele az osztrák kémiai projektversenyen**, *Magyar Kémikusok Lapja* 64, 6. szám, pp.200-201.
- Sajó István (1973): **Komplexometria**, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973. 195. o.
- Schulek Elemér, Szabó Zoltán László (1971): **A kvantitatív analitikai kémia elvi alapjai és módszerei**, Tankönyvkiadó, Budapest, 120-122. o.
- U.S.P. 1870: http://www.henriettesherbal.com/eclectic/kings/effervesc_pulv.html
- VCÖ (2008): **10. Projektwettbewerb des VCÖ – Chemie des täglichen Lebens**, <http://www.vcoe.or.at/verband/projekt.php>

- VCÖ (2009a): **Worüber erzählt die Brausetablette?** (poszter), 10.
Europäischer Chemielehrer/innenkongress, Salzburg, 15.-18. April 2009
- VCÖ (2009b): **Worüber erzählt die Brausetablette?** *Chemie & Schule Salzburg*
28. 2009. Nr. 1a. (Sondernummer zum 10. Projektwettbewerb des VCÖ) pp. 39.
- Video1 <http://www.youtube.com/watch?v=K3vNK8T6K70>
- Video2 <http://www.youtube.com/watch?v=rxYRhnBzp8U>
- Video3 <http://www.youtube.com/watch?v=qxk3VqZZBsw>
- VWR Manual: VWR International pH100 Operations Manual, p. Deutsch 2-7.
- WEB-1 <http://de.wikipedia.org/wiki/Brausetablette>
- WEB-2 <http://www.hamptonct.com/index.cgi/keywords=Effervescent%20Bath>
- WEB-3 <http://members.chello.at/dienesch/balero%20drink.htm>
- WEB-4 <http://www.victorianweb.org/previctorian/letters/brasefin.html>
- WEB-5 [http://www.viva.vita.bayerhealthcare.com/index.php?id=36&tx_ttnews\[tt_news\]=10761&cHash=4e7992fd8b](http://www.viva.vita.bayerhealthcare.com/index.php?id=36&tx_ttnews[tt_news]=10761&cHash=4e7992fd8b)
- WEB-6 http://en.wikipedia.org/wiki/George_Pal
- WEB-7 <http://www.openpr.de/news/91862/Wie-Oskar-Matzerath-zur-Ahoj-Brause-kam.html>
- WEB-8 <http://www.bdeg.hu/hirarchiv.php?id=959>
- WEB-9 http://portal.sopron.hu/Sopron/portal/front_show?contentId=6305

Határtalan kémia...”



Dr. Szalay Luca

Jó kérdések és okos válaszok a kémiaórákon (IV. rész)

Minden kémiatanár jól ismeri a „Tanárnő/Tanár úr, igaz az, hogy...” kezdetű kérdéseket. A médiában és az interneten megjelenő információk hitelességének ellenőrzése bizony néha még a szakembernek is hosszas utána-járásba kerülhet. Vannak azonban nagyon átlátszó, egyszerű esetek is. Például amikor valamely termék reklámjában a természettudományok területén teljesen járatlan csalók, vagy a talán még veszélyesebb, jóhiszemű (s ezért nagyobb meggyőző erővel bíró) sarlatánok által tett állítások könnyen (a középiskolai tananyag ismeretében is) cáfolhatók.

Az ilyen kijelentéseket (téves, vagy szándékosan megtévesztő) információkat érdemes gyűjteni, s adott esetben (az aktuális témához kapcsolódó problémafelvető kérdésként) tálni diákjainknak. Hiszen hasonlók tömkelegével fogják majd őket bombázni a későbbi életük során is. Igyekeznünk kell meggyőzni őket arról, hogy a mai fiatalabb generációkban törvényszerűen (a saját vagy mások kárán) kialakuló szkepticizmus nem elég. Az átverések megelőzése érdekében kellene bizonyos, jól rendszerezett természettudományos ismeretek, valamint a megfelelő alkalmazásukhoz szükséges, szigorú logikát követő természettudományos gondolkodásmód is. Az alábbiakban csak néhány egyszerű példát mutatok be, de örömmel adnám közre a kollégák vagy diákok által leírt tanulságos eseteket is.

A csalással próbálkozó általában rendkívül egyszerű pszichológiai törvényszerűségekre alapozzák tevékenységüket. Adva van pl. valamely szükséglet, amelynek kielégítésében emberek tömegei érdekeltek. Jelen esetben ilyen lehet például a gázszámlánk csökkentése iránti vágy [1]. A reklám arról szól, hogy jelentős (pl. 5-25%-os) megtakarítás érhető el, az átlagember számára még éppen kifizethető áron (ami természetesen min-

dig akciós: pl. csak most, csak Önnek 26 000 Ft a 30 000 Ft helyett...). A meggyőzés érdekében a cég tudományosnak látszó magyarázatokat is bevet, részben olyan fogalmakkal és ismeretekkel operálva, amelyekről minden olvasónak vannak az iskolai tanulmányai idejéből homályos emlékei. Sajnos joggal alapoznak arra, hogy a szakember számára zavaros és összességében teljesen értelmetlen zagyaságok (az ismerősnek tűnő szavak miatt) általában mély benyomást tesznek a természettudományos tárgyakkal egykor hadilábon álló célszemélyekre. Szemléltetésképp az alábbiakban idézek a fenti (gázszámlacsökkentést ígérő) cég adott terméket reklámozó weboldalán található „Működési elv”-ből:

„Ma már tudjuk, hogy a szénvegyületek képesek mágneses jellemzőket mutatni, mint pl. a hétköznapi vas. Általános iskolákban gyakran azzal szemléltetik a mágneses erővonalakat, hogy vasport öntenek az asztalra. Ekkor a vasreszelék egy vagy több kisebb kupacot képez. Ha közelébe egy mágneset helyezünk, akkor a kis reszelékek a mágnes erővonalaira helyezkednek el.” (A nagyobb hatás kedvéért itt emlékeztetőül van egy ábra is a vasreszelékes kísérletről, amit nyilván sokan láttak iskolás korukban.)

„Miért fontos most mindez? Mert az általunk szerelt gázmodulok szintén mágneses elven működnek! A kezeletlen gáz nagy mennyiségben tartalmaz összetapadt gázmolekulákat. Ez az előbbi példánkban a kupacoknak felel meg. Ha keresztüláramoltatjuk a gázt egy nagyon erős mágneses téren, akkor megszűnik azok egymáshoz képesti tapadása, eltávolodnak egymástól. Mint ahogy az előbbi példánkban a vasreszelékek a mágneses erővonalakra rendeződtek. Ahhoz, hogy az összes molekula eléghessen, ahhoz mindegyiknek szüksége van az égési hőmérsékletre és oxigénre is. Most gondoljuk megint a vasporn kísérletre!”

A kupac közepén levő vaspornak nincs esélye arra, hogy a kupac tetejére kerüljön és kapcsolatba lépjen a környezetével. Ugyanígy az összetapadt gázmolekulák közül annak, amelyik közepén van szintén semmi esélye arra, hogy az oxigénnel érintkezzen, hiszen a gáz többi alkotója sodorja magával, és gyorsan távozik a kéményen keresztül. Sajnos eddig a szükségnél jobban szennyeztük a környezetünket, több gázt fogyasztottunk, többet is fizettünk érte.

Mi történik akkor, ha használjuk az általunk ajánlott gázmodult? Ha ugyanannyi gázt bevezetünk a kazánunkba a gázmodulon keresztül, akkor a szupererős mágneses tér hatására a gázmolekulák eltávolodnak egymástól. Ezért több gázmolekula tud elégni, hiszen mindegyiknek lesz elegendő oxigénje a tökéletes égéshez. Így nagyobb hőteljesítményt, több meleget kapunk.”

Logikus, nem? Eltekintve persze attól a (minden középiskolát végzett ember által tanult) tényről, hogy a földgáz fő komponensét alkotó apró és apoláris metánmolekulák között szobahőmérsékleten és légköri nyomáson szinte elhanyagolható nagyságú a vonzóerő (kohézió). Ilyen körülmények között tehát a metángáz elég jó közelítéssel ideális gáznak tekinthető, amelynek molekulái között igen nagy a távolság. Részecskéi (a kinetikus gázelmélet értelmében) másodpercenként több száz métert megtéve száguldoznak a rendelkezésre álló térben. Ha találkoznak egy másik részecskével, vagy az edény (jelen esetben cső) falával, akkor rugalmasan visszapattannak. Ráadásul a sokkal alacsonyabb hőmérsékleten és/vagy nagyobb nyomáson bekövetkező „összetapadás” (kondenzáció) a van der Waals típusú másodlagos kötőerők leggyengébbikének, azaz a diszperziós kölcsönhatásnak köszönhető. Ez nem mágneses természetű, hanem elektrosztatikus vonzás (az atommagok és az elektronok egymáshoz képest történő elmozdulása miatt) a pillanat törtrészére ideiglenesen kialakuló parányi dipólusok között. Ezen megfontolások alapján belátható, hogy a hirdetett gázmodul közönséges csalás.

Egy másik közismert tömegszükséglet a vízkőmentesítés, ill. a vízkő lerakódásának megakadályozása. Természetesen erre is akad az interneten vállalkozó [2]. Íme a „Működési Elv” (így, csupa nagybetűvel!) egy hangzatos részlete (az eredeti helyesírási hibákkal):

„Az első tekercsen átfolyó vízre, a nagyfrekvenciás 2 és 30.000 Hz elektroimpulzusok dinamikusan szétrombolják a vízben levő kalcium-karbonát kristály szerkezetét. Ezáltal a hópihe alakú szerkezete feldarabolódik, így fizikailag megszűnik a kapaszkodási képességük! A második tekercsen áthaladó kristályszerkezet, az azonos impulzus hatására egy kényszer visszarendeződésen megy át, ami által már csak egy rombold alakú hasábbá tud alakulni, ami már képtelen az egybekapaszkodásra, megkötődésre. Közben a kristályok a visszaalakulásakor pozitív töltésűvé válnak. Továbbhaladva a vízárammal ezek a pozitív töltésű kris-

tályok a csővezeték falán előzőekben kialakult vízkő lerakódásból vonják el az elektronokat, aminek során a vízkő felületén levő kristály szerkezet kötési fellazulnak, ezzel feloldják a már meglévő vízkő lerakódást. A feloldott molekulák a vízárammal folyamatosan eltávoznak, mindezt olyan ütemben, hogy nem rontják a víz minőségét! Ez a folyamat megegyezik a természetes lágy víznek, például az esővíznek kőzeteken való átfolyásával, melynek során az esővíz ásványi anyagokban dúsabbá válik, mert kioldja a kőzetekből a mészkő kristályokat!”

Na jó, akkor nézzük, mely fenti sületlenségek tudománytalan mivoltát ismerhetik fel akár a 9. évfolyamra járó diákjaink is! A kristályrendsze-
rekről és kristályosztályokról nem sokat hallanak, de azt tudják, hogy vannak olyan anyagok, amelyek bizonyos hatásokra képesek többféle kristályformába rendeződni. Azt, hogy melyek, mikor és milyenekbe, legfeljebb komoly utánajárással lehet kideríteni, tehát ennek bevetése hatásos trükknek tűnik. (Bár a megfogalmazás módja képzetesebb ember számára már önmagában is gyanakvást keltő, az „egybekapaszkodás” képessége és a vízben lévő kalcium-karbonát kristály pedig a szakember szemében már nyilvánvaló áltudományos téveszme.) Abban a pillanatban azonban, amikor azt olvassuk, hogy „Közben a kristályok a visszaalakulásakor pozitív töltésűvé válnak.”, azonnal lelepleződik a csalás. Mitől válnának pozitív töltésűvé? Hiszen a kristályban lévő kationok és anionok száma nem változott. S hogyan tudnának a vízkőben lévő kalciumionok vagy karbonationok elektront leadni? A kétszeresen pozitív kalciumionok ionizációs energiája hatalmas. Ezért a háromszorosan pozitív töltésű kalciumion létrejötte ilyen körülmények között elképzelhetetlen és abszurd ötlet. A karbonationok viszont mivé alakulnának az elektronátadás közben? A fent idézett épületes szöveg szerint nyilván semleges molekulákká. Azt pedig remélhetőleg már a 9. osztályos diák is tudja, hogy CO₂ molekula nem létezik. A még alaposabb meggyőzés érdekében elsütött következő blöff is a kémia területén való teljes járatlanságról tanúskodik. Eszerint ugyanez a folyamat (ti. a molekulákká alakulás) zajlik akkor is, amikor az esővíz kioldja a kőzetekben lévő mészkövet. Szerzőnk tehát vagy elfelejtette, vagy (ami még valószínűbb) sohasem értette meg azt, hogy a víz keménységét a vízdoldható kalcium- és magnéziumsók okozzák, melyeket nem molekulák, hanem ionok alkotnak. Mindezeket túl a csalók elképesztő arcátlanságáról tanúskodik még a weboldalon található két fénykép is. Ezek a magyarázó szöveg értelmében a Budapesti Műszaki Egyetemen készültek (nyilván még e patinás intézmény átnevezése

előtt...) és a fenti állítások valóságtartalmát hivatottak alátámasztani. Mindebben persze az a nagyon szomorú, hogy (amennyiben ezeket a felvételeket tényleg műegyetemi kollégák készítették), az eredeti szerzőknek nyilván sejtésük sincs arról, milyen nemtelen célok eléréséhez alkalmazzák az ő (nyilván jobb sorsra érdemes) kutatási eredményeiket.

További példák sokaságát sorolja és elemzi tudományos alaposággal, de igen élvezetes stílusban Riedel Miklós tanár úr nagy sikerű „Pí-víz és társai” című előadása. Ez az ELTE Kémiai Intézetében az Alkímia előadássorozat, valamint a Kutatók Éjszakája program keretében is elhangzott. A prezentáció diái az interneten jelenleg is olvashatók [3]. Ha pedig valaki küldetészerűen is fel akarja venni a harcot a svindlerekkel, vagy egyszerűen csak követni szeretné az ilyen jellegű eseményeket, javasolom, hogy gyakran látogasson el a Szkeptikus Társaság weboldalára [4].

Érdekes házi feladat lehet továbbá a diákok számára az átlátszó csalásokat reklámozó weboldalak tanulmányozása annak érdekében, hogy könnyebben felismerjék a félrevezetésre utaló súlyos természettudományos tévedéseket és egyéb (tipikus és árulkodó) jeleket. Ez utóbbiak közé tartozik például a primitív fogalmazás, a helyesírási hibák (ld. a fenti második idézetet), az igénytelen megjelenítés, a semmitmondó vagy félrevezető, esetleg hamisított „referenciák”.

Külön is megvitathatók azok az esetek, amelyek során a súlyosan beteg (pl. rákos) emberek vagy hozzátartozóik hiszékenységgel élnek vissza lelkiismeretlen emberek. Ez ugyanis erkölcsi szempontból minden más csalásnál jobban elítélendő. Annál is inkább, mivel teljesen érthető és érzelmi szempontból indokolható, ha az olyan halálos betegségben szenvedő hozzátartozóink esetében, akiről az orvostudomány már lemondott, mohón kapaszkodunk minden szalmaszálba, amennyiben abban akár csak a gyógyulás legcsekélyebb reményét is sejtjük. Az ilyen betegségek okai és kezelésük módja pedig nem is középiskolás kémia tananyag, tehát az emberek nagy tömegeit lehet ezzel kapcsolatban könnyedén becsapni.

Végezetül pedig hadd meséljem el, hogy a megtévesztő reklámok (számomra azóta is alulmúlhatatlannak tűnő) első gyöngyszemével még a kilencvenes évek elején találkoztam. Egyik ismerősöm egy, rövid idő alatt gyors testsúlycsökkenéssel kecsegtető pudingport reklámozó prospektust nyomott a kezembe „Te vegyész vagy, mondd már meg, minek a képlete

ez itt!” felkiáltással. (Eredeti végzettségem szerint ugyanis tényleg okleveles vegyész vagyok.) Nem akartam hinni a szememnek, ugyanis a „fogyasztó” hatásúnak kikiáltott pudingpor fő hatóanyagaként a szőlőcukor (D-glükóz) szerkezeti képlete volt feltüntetve... Lelki szemeim előtt már láttam is, ahogy a prospektus készítői fellapoztak egy középiskolás szerves kémia tankönyvet, és az első, számukra már igen bonyolultnak tűnő képletre ráböktek: ez jó lesz! Nyilván nem vették a fáradságot arra, hogy elolvassák a mellette lévő szöveget, amiből kiderült volna, hogy a szőlőcukor igen nagy energiataralmú vegyület, s mint ilyen, az egész élővilág energiagazdálkodásának alapja. Ráadásul, ha figyeltek volna azokon az órákon, amikor a termokémia fejezetet tanulták, akkor azt is ki tudták volna számolni, hogy 1 mol, azaz 180 g D-glükóz, (tehát mindössze 18 dkg, ami kevesebb, mint egy 20 dkg kiszerezésű szőlőcukros zacskó tartalma!) szén-dioxidból és vízből való képződésékor a fotoszintézis során 2826 kJ napenergiát raktároz el a kialakuló kémiai kötéseiben. Fogyasztását követően pedig a szervezetben (szén-dioxidra és vízre való oxidációja révén) pont ennyi energia szabadulhat fel. Ez egy fiatal, egészséges, szellemi munkát végző felnőtt férfi napi energiaszükségletének kb. harmad része... Igaz, ha a pudingporos csalóink középiskolai kémiatanulmányaik nyomán mindennek végiggondolására képessé váltak volna, akkor nyilván tisztességes megélhetést biztosító munkát is találtak volna maguknak...

Irodalomjegyzék:

- (1) <http://www.alacsonygazszamla.hu/>
- (2) <http://www.flodravin.hu/>
- (3) http://nepszerukemia.elte.hu/alkimia_Riedel_09.pdf
- (4) <http://www.szkeptikustarsasag.hu/hirek>

A fenti weboldalak utolsó látogatásának időpontja: 2010. febr. 5.

Dr. Szalay Luca
ELTE Kémiai Intézet
luca@chem.elte.hu

NAPRAKÉSZ



Felhívás

A soron következő, XXIV. Kémiatanári Konferenciát

„HÉTKÖZNAPI PRAKTIKÁK – KÍSÉRLETEZZÜNK A GYEREKEKKEL!?”

címmel Nyíregyházán, 2010. június 27-30. között a **Nyíregyházi Főiskolával** közösen rendezi meg a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztálya. A konferencia a Látványos és megfizethető kémia elnevezési nyári táborral egyidőben kerül megrendezésre, így a résztvevőknek lehetőségük lesz bepillantani a tábor programjába és együtt tevékenykedni a tanulókkal.

A konferencia egyben a **Kémiatanárok Nyári Országos Továbbképzése** címen, OM 173/21/2005 alapítási engedély számon nyilvántartott, 30 órás akkreditált tanár továbbképzési tanfolyam is.

A konferencia várható részvételi díja: **30 000.-Ft**,

Kémikus Egyesületi tagoknak **26 000.- Ft**.

Szállás: Kollégiumban.

Szállás költség: 1 fő elhelyezése esetén 3500,-Ft. /fő/éjszaka/szoba

2 fő elhelyezése esetén 3000,-Ft./fő/éjszaka/szoba

További információkat a www.mke.org.hu honlapon találják meg, a rendezvények menüpont alatt a konferencia nevére kattintva.