

## Varga Attila

## A szénvegyületek „oxidált állapota” – iskolai használatra

## Redoxi-történések atomi szinten

Környezetünket, élő és élettelen világunkat sokmillió szénvegyület építi fel, a legegyszerűbbtől, a metán nevű földgáz alkotórésztől kezdve a több százezer vagy millió szénatomot tartalmazó DNS-molekuláig a legváltozatosabb képét adják a vegyületek világának. Ez a sokféle szénvegyület igen sokféle kémiai reakcióban vesz részt, akár spontán módon a természetben, pl. élő szervezetekben, akár az emberi átalakító folyamatok révén a gyárakban, pl. gyógyszerek vagy műanyagok előállításánál.

A kémiai reakciókban résztvevő vegyületekkel, elemekkel mindig „történik” valami, többé-kevésbé megváltoznak, átalakulnak. Kézenfekvő, hogy ilyenkor a változás az atomok vagy molekulák „külső felületén”, az atomok külső elektronhéján kezdődik, ill. megy végbe. Ha két autó összeütközik, a külső burok, a karosszéria sérül. Így van ez az atomok és molekulák ütközésénél is.

Összefoglalóan azt mondhatjuk, hogy *kétféle dolog történhet* az atommal kémiai reakció közben: *elektront (elektronokat) „nyer”,* tehát elektrontöltésben „gazdagszik” vagy éppen ellenkezőleg, *elektront (elektronokat) „veszít”,* azaz elektrontöltésben „szegényebb lesz”. Itt általában nem egységnyi (-1) töltésváltozásról van szó, rendszerint ennek csupán igen kis törtrészéről, persze a „sok kicsi sokra megy” elve itt is érvényesül. A szerves molekulát több-kevesebb atom építi fel, tehát a kémiai reakciók során *az egész molekulát érintik* azok atomjaival történő, előbb említett változások, tehát a molekulák között kialakult kapcsolatok az egész molekulára nézve elektrontöltésben való kissé „gyarapodást” vagy kissé „szegényedést” jelent. Ha például egy H<sub>2</sub>-molekula megfelelő körülmények között úgy ütközik egy O<sub>2</sub>-molekulával, hogy ezek atomjai a H<sub>2</sub>O jelű vízmolekulát hozzák létre, ez az esemény *a hidrogénnek* elektrontöltésben „gyarapodást”, *az oxigénnek „vesztéséget”* jelent. (A mélyebb értelmezésekre itt nem térünk ki.) A kémiában tudományos alapon az „elektrontöltés vesztesét” *oxidációnak*, az „elektrontöltés gyarapodását” *redukciónak* nevezik. Az előbbi példánkban a *hidrogén oxidálódott, az oxigén redukálódott*. Nem szójáték akar lenni, de úgy is

mondhatjuk, hogy az oxigén „oxidálta” a hidrogént, miközben a hidrogén redukálta az oxigént.

L. Pauling, a pasadenai egyetem professzora, aki kémiából Nobel-díjat kapott, később Béke Nobel-díjat is, az atomokra bevezetett egy igen fontos állandót, melyet „*elektronegativitásnak*”, másképpen – főként az oktatásban – „*elektronvonzó képességnek*” nevezünk. Ez az állandó *kötési energiák* vizsgálata kapcsán született meg, tehát lényegében *energiajellelű*, dimenzió nélküli szám. Ma már minden „*valamire való*” periódusos rendszer feltünteti a vegyjelek mellett ezt a számot, mely matematikai mértékét adja meg annak az atomi tulajdonságnak, hogy az atom mennyire „ragaszkodik” az elektronjaihoz, vagy másképpen mennyire „*vágyik*” újabb elektronra. A kémiai reakciókban való szereplésnek ez igen fontos jellemzője.

## Új fogalom régi alapokon

Az itt bemutatott folyamatrendszert redoxireakcióknak nevezzük. Most továbblépve vezessünk be egy új fogalmat: az „*oxidált állapot*” (a továbbiakban: OX) fogalmát, mely fogalmat a szerves molekuláknál alkalmazzuk. Most egy nagyon csúnya definíció következik, melyet majd meg kell magyaráznunk. „*A szerves molekula oxidált állapotán a molekulában lévő összes különböző atomok által képviselt elektronegativitás és a szénatom elektronegativitása (2,5) közötti különbségek, statisztikai átlagban egy szénatomra jutó, összességét értjük.*” Ez egy szerves molekulára *jellemző állandó* lesz, mely a molekula egy bizonyos *állapotát* fejezi ki. Mi is ez az állapot? Az, hogy amikor ez a molekula keletkezik, a benne lévő összes szénatom átlagosan *milyen mértékig lesz* az elektronok töltéséből „*kielégítve*”. Minél nagyobb a szénatom és a másik atom elektronegativitása között a *különbség* ( $\Delta EN$ ), és minél kevesebb szénatom „*osztózik*” a különbségen, *annál oxidáltabb* állapotba kerül a molekula. Pl. a CO<sub>2</sub>-ban a C- és O-atom elektronegativitása közötti különbség:  $(3,5 - 2,5) \times 2 = 2$ . Mivel a C-atomnak nem kell „*osztóznia*” másik C-atommal ezen a különbségen, ennyi a szén-dioxid oxidációs állapota. Ez egy elég nagy szám. Ha megnézzük ilyen szempontból a CH<sub>4</sub> (metán) molekulát az alábbi eredményt kapjuk:  $(2,1 - 2,5) \times 4 = -1,6$ . A negatív jel mutatja, hogy a C-atomnak a H-atommal való „*házaság*” nem volt szerencsés, mert az egyetlen C-atomnak „*elektronéhséget*” okozott. Ezért a metán *redukálószer*, „*kívánja*”

az elektront, szemben a széndioxiddal, mely *oxidálószerként* képes működni.

Az „oxidált állapot” (vagy „oxidációs állapot”) nem tévesztendő össze az „oxidációs számmal” és az „oxidációfokkal”. Az „oxidált állapot” a szerves molekuláknak *azon állapotát* fejezi ki, amelybe került a reakció során azáltal, hogy atomok épültek be a molekulába ill. atomok váltak le a molekuláról. Ez a kémiai esemény ugyanis megváltoztatta a szerves molekula anyagi minőségét, egyúttal megváltoztatta a szerves molekulán belül a *kötésviszonyokat*, ami által megváltozott a kötő elektronoknak az egyes *szénatomokra gyakorolt hatása*, s ezt a változást az *elektronegativitás különbségeinek ( $\Delta EN$ ) változása* jelzi, s ezt a *különbségek ( $\Delta EN$ ) egy szénatomra jutó átlagában* tudjuk matematikailag megragadni. A változás, különösen egy nagyobb molekulánál, nem minden szénatomra nézve egyenlő mértékű, de az egy szénatomra jutó statisztikai átlag jellemző lehet a molekula azon állapotára, hogy a redoxireakciós folyamatban mi történt vele, redukálódott, vagy oxidálódott.

Az „oxidált állapot” (OX) számítása nagyon egyszerű, ha a molekula *csak egy szénatomot* tartalmaz:

$$OX = A_1(EN_1 - 2,5) + A_2(EN_2 - 2,5) + \dots, \text{ ahol}$$

A = a szénatomhoz kapcsolódó „idegen” atomok száma,

EN = a kapcsolt atomok elektronegativitása, 2,5 = a szénatom (C) elektronegativitása.

Példa a számításra:

a diklór-metán ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) oxidált állapota =  $2(2,1 - 2,5) + 2(3,0 - 2,5) = -0,1 + 1 = 0,2$ .

*Több szénatomot* tartalmazó molekula oxidált állapotának számításánál a szénatomok OX értékeinek átlagát kell venni, a számítás az alábbi képlet szerint történhet:

$$OX = \frac{1}{c} [A_1(EN_1 - 2,5) + A_2(EN_2 - 2,5) + \dots + A_n(EN_n - 2,5)]$$

(c = a szénatomok száma a molekulában)

Összegezve:

$$OX = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^n A_i(EN_i - 2,5)$$

Példa a számításra: az aminosav (H<sub>2</sub>NCH<sub>2</sub>COOH) oxidált állapota =  $\frac{1}{2} [5(2,1 - 2,5) + 2(3,5 - 2,5) + (3,0 - 2,5)] = \frac{1}{2} [-2 + 2 + 0,5] = 0,25$ .

Az alábbi táblázatban néhány egyszerűbb szénvegyület *oxidált (oxidációs) állapotát* adjuk meg:

Metán:	-1,6	Etán:	-1,2
Etén (etilén):	-0,8	Etanol (etilalkohol):	-0,7
Etin (acetilén):	-0,4	Etanal (acetaldehid):	-0,3
Metanol (metilalkohol):	-0,6	Etánsav (ecetsav):	0,2
Metánsav (hangyasav):	1,2	Oxálsav:	1,6
Szénsav:	2,2	Glükóz (szőlőcukor):	0,2
Szén-dioxid:	2	Szacharóz (répacukor):	0,18
Szén-monoxid:	1	Borkósav:	0,9
Kalcium-karbonát	1,6		

### Miben segít az új fogalom?

Rögtön felvetődhet a kérdés, egy új fogalom bevezetésére miért lenne szükség a kémiában, egyébként is elég sok új fogalommal kell megbirkóznunk a fiataloknak a kémia tanulása során. Aki a kémiai folyamatok értelmezésében kellően jártas, tudja, hogy e területén bizony akadnak nehézségek. A kémiai reakciók lejátszódásának mechanizmusát tekintve *két fő csoportra* osztjuk a reakciókat, protolitikus folyamatokra és redoxireakciókra, azonban a besorolás nem mindig teljesen egyértelmű. A redoxireakciók értelmezése is olykor nehézségekbe ütközik, ha nem elektronátmenettel, hanem *elektron-eltolódással* járó reakciókról van szó. Zavart okozhat az is, hogy a szerves kémia területén a korszerű elektronátmenetes ill. eltolódásos értelmezés mellett még ma is gyakran használatos a régi, „*hagyományos*” értelmezés, ami szerint az oxigénfelvétel vagy hidrogénleadás oxidációnak, ennek a fordítottja pedig redukciónak tekintendő.

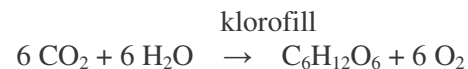
A fentebb közölt új fogalom bevezetése és alkalmazása megoldást jelenthet a dilemmák kiküszöbölésére. Viszonylag egyszerű matematikai műveletsorokról van szó, melyek eredménye segíthet a megoldásban. Ehhez természetesen az alábbi szabályt alkalmazni kell: az oxidált állapot *növekedése oxidációt, csökkenése redukciót* jelent. Ha tudjuk, hogy mi oxidálódott mivé és mi redukálódott mivé, akkor már azt is könnyű eldönteni, mi az oxidálószer és mi a redukálószer.

Lássunk mindezekre példákat, egyenlőre a fenti táblázat alkalmazásával. Ha a szénatom (C) elégetjük szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) keletkezik. A

szén, mint elem OX értéke nulla és a szén-dioxidé 2. Nőtt az oxidált állapot, a szén szén-dioxiddá oxidálódott, miközben, nyilván az egyetlen „partnerének”, az oxigénnek redukálódni kellett ugyanezzé a vegyületté. Itt a szén a redukálószer, az oxigén az oxidálószer. Természetesen ilyen igen egyszerű folyamat értelmezéséhez még nem kell az oxidált állapotot ismerni. Egy kicsit nehezebb a helyzet, ha a hagyományos tüzelésnél szintén lejátszódó alábbi folyamatról van szó: a szén-dioxid az izzó szénrétegen (pl. koksrétegen) megy keresztül:  $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$  (Ez a folyamat teszi igen mérgezővé a füstgázokat.) Mi redukálódott, mi oxidálódott? A  $\text{CO}_2$  OX=2 értéke a szén-monoxid (CO) OX=1 értékére csökkent. Ez redukció, a C redukálta a  $\text{CO}_2$ -ot szén-monoxiddá, de mi oxidálódott? Tudvalévő, hogy e két részfolyamat, a redukció és oxidáció mindig együtt játszódik le. Úgy is mondhatjuk, ha valami redukálódott, valaminek oxidálódni is kellett. A szén OX=0 értéke egyttal 1-re nőtt, tehát a szén-dioxid a szén szén-monoxiddá oxidálta. A folyamatban tehát a két résztvevő anyag közül a C a redukálószer, a  $\text{CO}_2$  az oxidálószer.

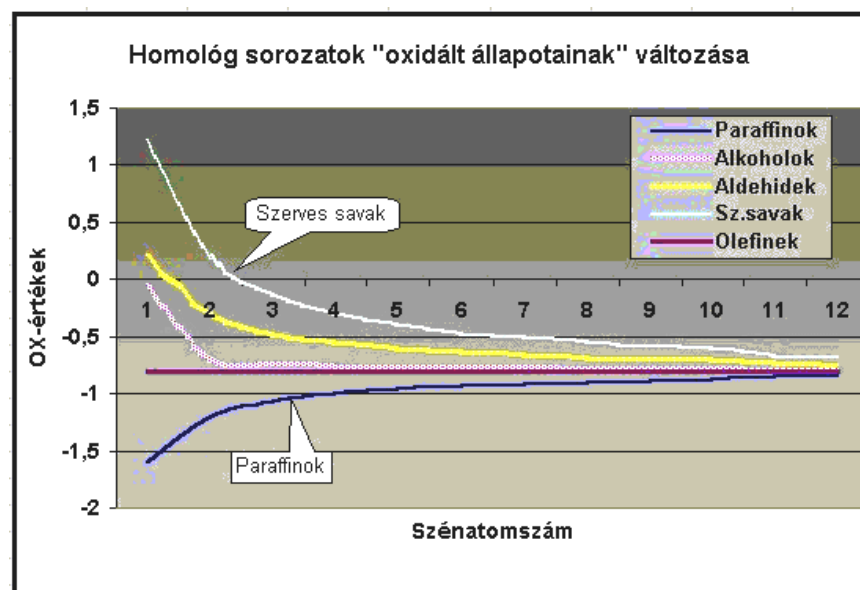
Ez még mindig nem volt „nehéz dió”, de mi történik a mészkő bomlási reakciójában (Az égetett mész gyártási folyamata.) A reakcióegyenlet:  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ . A kalcium-karbonát OX értéke = 1,6. Ez a szén-dioxidban 2-re növekedett, tehát a kalcium-karbonát szén-dioxiddá oxidálódott, egyttal kalcium-oxid (égetett mész) redukálódott. Itt a redoxireakció értelmezése az OX értékek ismerete nélkül nem lehetséges. Még bizarrabb példa a szénsav bomlási folyamata:  $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Erre a mai érettségizett azt mondja: ez sav-bázis reakció, azaz protolitikus folyamat. Ez igaz is, ha azonban az itt szereplő felírásnak megfelelően, a kiindulási anyagok molekulái és a keletkezett anyagok molekulái alapján ítéljük meg a reakciót, miért ne lehetne ez is redoxireakció. A szénsav 2,2 OX értéke a szén-dioxidban 2-re csökkent, tehát a szénsav szén-dioxiddá redukálódott, miközben vízzé oxidálódott. Az oxidált állapot bevezetésével tehát kissé ki is szélesíthetjük a redoxireakciók fogalmát, legalább is a szénvegyületek kémiájában.

Még egy érdekes folyamatot van módunk itt bemutatni, a *fotoszintézis* folyamatát, mely igen fontos, hiszen a földi lét alapját biztosítja. A zöld növényvilág szén-dioxidból és vízből a nap energiájának segítségével, a klorofill közreműködésével glükózt (szőlőcukrot) „gyárt” és oxigéngázt termel. A folyamat összesítve az alábbi:



A folyamatban a  $\text{CO}_2$  (OX = 2) glükózzá (OX = 0,2) redukálódik, miközben a  $\text{H}_2\text{O}$  oxigénné oxidálódik (hidrogénvesztés → oxidáció). A redukációs folyamatok *energiaigényesek*, ezért kell a napenergiát csapdába ejtő klorofill.

A szénvegyületek oxidált állapotait (OX értékeit) táblázatosan megadhatjuk, de diagrammon ábrázolva érdekes összefüggésekre juthatunk. Az 1. ábrán nézzük meg néhány homológ sorozat OX értékeinek változását és tegyük meg következtetéseinket.



1. ábra. Homológ sorozatok „oxidált állapotainak” változása

Jól látható, hogy a telített szerves savak, aldehidek, alkohokok oxidált állapotai a szénatomszám növekedésével *csökkennek*, az olefinek (hasonlóan viselkednek a cikloparaffinok) OX értéke nem változik a szénatomszám változásával, a paraffin szénhidrogéneké pedig *növekszik* a szénatomszám növekedésével. A görbék alulról ill. felülről az olefinek egyeneséhez tartanak, ahogy a szénatomszám növekszik.

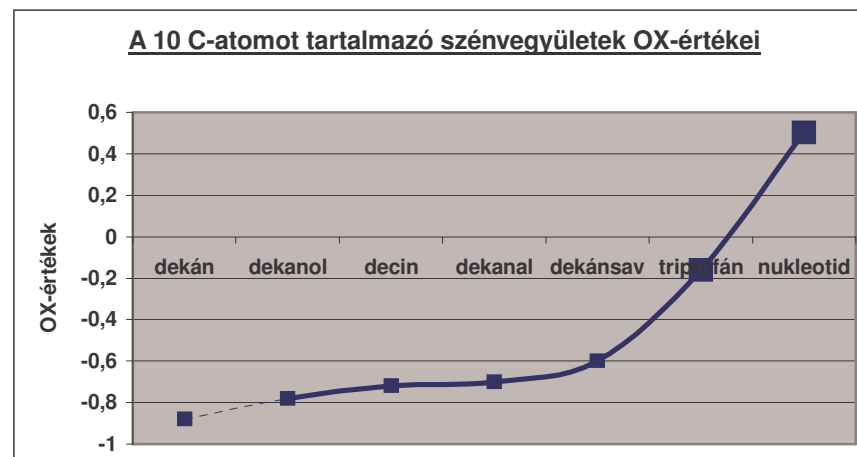
Ez azt is kifejezi, hogy a paraffinok a szénatomszám növekedésével egyre *oxidáltabb* állapotba kerülnek. A metánhoz képest, a propán-bután gáz (a palackos gáz) oxidáltabb állapotban van. Fordított a helyzet a szerves savak, az aldehidek és a alkoholok esetében. Ezeknél a szénvegyületeknél a szénatomszám növelése *redukciót* jelent, mert csökken az oxidált állapot értéke. Az ecetsavhoz (ételecet) képest a sztearinsav vagy palmitinsav (zsírsavak) lényegesen redukáltabb állapotban vannak. Hasonló állapítható meg a telített aldehidek vagy alkoholok sorozatánál: a sorozat egy-két szénatomot tartalmazó tagjaihoz képest a magasabb szénatomszámúak lényegesen redukáltabbak.

Az 1. ábra látványosan tudósít arról is, hogy a fenti sorozatok tagjai a szerves savaktól indulva a paraffin szénhidrogének irányába egyre redukáltabb állapotban vannak, ill. fordított irányban egyre oxidáltabb állapotúak. Azaz, egy szerves sav mindig oxidáltabb állapotú egy aldehidnél, de az is oxidáltabb egy alkoholnál, az alkoholok pedig a szénhidrogénekénél. Ez pedig a tapasztalattal is teljes mértékig egybevág, hiszen pl. etilénből kiindulva oxidációval tudunk etilalkoholt, további oxidációval acetaldehidet, majd ecetsavat előállítani. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a szénhidrogének oxidációjával alkoholokat, ezek oxidációjával, aldehideket, még további oxidációval szerves savakat állíthatunk elő ill. származtathatunk. (Az előállítás a gyakorlatban nem minden esetben valósítható meg.)

A szerves kémiában a hidrogénvesztés is oxidáció, ha tehát pl. az etánt dehidrogénezük, etilént, ebből további dehidrogénezéssel acetilént állíthatunk elő. Ha e három vegyület oxidált állapotait a táblázatból megnézzük, láthatjuk, hogy ebben az irányban valóban nő az OX értéke, tehát oxidációról van szó.

### Érdekes összefüggések

Az oxidált állapot kiszámítása még érdekesebb összehasonlításokra ad lehetőséget összetettebb, bonyolultabb szerves vegyületek esetében. Ha pl. ábrázoljuk a 10 szénatomot tartalmazó szerves vegyületek oxidált állapotának értékeit, egy hiperbolához meglepően hasonló görbét kapunk (2. ábra).



2. ábra. Tíz szénatomot tartalmazó szénvegyületek OX-értékei

A triptofán fehérje eredetű aminosav, a „nukleotid” megnevezéshez tartozó OX érték pedig nyolc DNS-alkotó nukleotid oxidált állapotainak átlaga ( $OX_{\text{átlag}} = 0,5$ ). Megjegyzendő, hogy e nukleotidok szénatomszám átlaga megközelíti a 10-et (9,6). Az „életet hordozó” molekulák alkotórészeinek *oxidált állapotai* tehát *magasabbak* az élettelen világ hasonló szénatomszámú szénvegyületeinek oxidált állapotaitól. Teljesen hasonló észrevételt tehetünk a hat szénatomot tartalmazó szénvegyületek (hexán, hexanol, hexin, hexanal, hexánsav, 6 szénatomot tartalmazó aminosav, glükóz, citromsav) esetében.

Ha a fenti görbe hozzávetőlegesen hiperbola, az OX értékek köbei hozzávetőlegesen emelkedő egyenes mentén helyezkednek el. Az ábrázolások valóban ezt támasztották alá. További vizsgálódásokkal és összehasonlításokkal érdekes, akár filozófiai értékű megállapítások tehetők az oxidált állapotok segítségével.

A számítástechnikában jártas fiatalok jó játéknak is tekinthetik az OX értékek számítását, az értékek összevetéseit és ábrázolásait, sőt, a programozásban is jártas fiatal akár programot is szerkeszthet az OX számítására. Így a kémia szeretetének megerősítéséhez is egyféle utat jelenthet e fogalom bevezetése és alkalmazása az oktatás megfelelő szintjén és helyén, pl. szakkörökön, fakultatív foglalkozásokon.

**Jegyzet**

- [1] HACK FRIGYES – KUGLER SÁNDORNÉ – TÓTH GÉZA (mint eredeti szerzők): *Négyjegyű függvénytáblázatok – Matematikai. Fizikai, kémiai összefüggések* Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 1993. 222-243. oldal.
- [2] VARGA ATTILA: *A szénvegyületek oxidációs állapota* (Országos tanterv- és tankönyvfejlesztési pályázat anyaga, 1987.. Jelige: „OXÁLL”, terjedelem: 27 oldal, azonosítási szám: 17/VIII.)

**Irodalom**

- [1] Dr. BALÁZS LÓRÁNT: *A kémia története II.* Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 1996. 728-731, 812-813, 841 és 956. oldal.
- [2] CLYDE R. DILLARD – DAVID E. GOLDBERG: *KÉMIA – Reakciók, szerkezetek, tulajdonságok* Gondolat, Budapest, 1982. 102-113, 277, 288-298, 311-325. oldal.
- [3] Dr. KOVÁCS KÁLMÁN – Dr. HALMOS MIKLÓS: *A szerves kémia alapjai* Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
- [4] NYILASI JÁNOS: *Általános kémia* Gondolat, Budapest, 1975. 73-77, 249-259. oldal.



## GONDOLKODÓ



### „MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

*Alkotó szerkesztő: 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 nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2008. április 10-ig postára adva:***

**KÖKÉL „Miért”**

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

Budapest Pf. 32.

1518

1. Az Avogadro-ról elnevezett szám nagyságát többféleképpen próbálják érzékeltetni. Ha a darabszámot mól egységekben szeretnék kifejezni, akkor az a kérdés is feltehető, hogy: Hány mól ember él a Földön?

2. Az oxigén oxidációs száma csak  $-1$  és  $-2$  lehet. A kén  $+2$ ,  $+4$ ,  $+6$  értéket is felvehet. Pedig ugyanabba az oszlopba tartoznak a periódusos rendszerben. Miért?

3. A réz nem fejleszt hidrogént savakból (a standard elektródpotenciálja pozitívabb, mint a hidrogéné). Megoldható-e egyáltalán valamilyen módon, hogy a réz felületén mégis fejlődjön hidrogén?

4. A vas aluminotermiás előállításakor (pl. a sínvégek összehegesztése esetén) az alumínium redukálja a vasoxidot. A „szeret-gyűlölet elve” szerint fogalmazva az oxigén jobban szereti az alumíniumot, mint a vasat. Az okot ma már a középiskolai tananyag alapján is értelmezni tudjuk. Hogyan?

5. A század eleji falusi építkezések egyik legveszélyesebb művelete a „mészoltás” volt. Gödröt ástak, és az „égetett meszet” abban reagáltatták vízzel, hogy „oltott meszet” kapjanak. Miért volt annyira veszélyes ez a művelet? A folyamatnak mi a lényege, milyen a reakció típusa?

6. Ha két-három evőkanálnyi, néhány csepp vízzel nedvesített kristálycukorra néhány milliliter tömény kénsavat öntünk, a fehér „szénhidrát” rövid időn belül megfeketedik, és habosított széné válik. Mi történik a kénsav hatására és miért? Bár az elszenesedés sok, egymást követő lépés eredménye, az első reakció(k), az összehozott anyagok tulajdonságai alapján valószínűsíthető(k). Mi történhet a hidroxil-csoportokkal „teleaggatott” szénlánc és a kénsav között? Milyen egyszerű lépéseken keresztül vezetheti el a szénhidrát a „vízét”?

7. A laboratóriumban – többek között – azért viselünk köpenyt, hogy a véletlenül elcseppenő sav ne lyukassza ki a ruhánkat. Akár a reakcióegyenlet felírásával is leírható, hogy: Milyen kémiai reakció játszódhat le a köpeny növényi származékú szálanyaga és a sav között?

8. A lúgos kémhatású oldatok – mint például a hipó, a nátronlúg – éppolyan sikamlóssá teszik az ujjainkat, mint a szappan. Akár a reakcióegyenlet felírásával is leírható, hogy: Milyen reakció játszódhat le az egykor élő sejtek „elszarusodása” során képződő hámréteg és a lúgos oldat között?

## Feladatok kezdőknek

*Alkotó szerkesztő: Tóth Albertné*  
[toth.albertne@freemail.hu](mailto:toth.albertne@freemail.hu)

*A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2008. április 10-ig postára adva:*

### KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Irinyi János Gimnázium és Szakközépiskola  
 4024 Debrecen  
 Irinyi utca 1.

**K86.** Egy ismeretlen fém 2,00 grammját 18,65 cm<sup>3</sup> térfogatú, 18,00 tömegszázalékos sósavval reagáltatva (a sósav sűrűsége 1,09 g/cm<sup>3</sup>) 1,225 dm<sup>3</sup> térfogatú standard hőmérsékletű és nyomású H<sub>2</sub> gáz keletkezik. Ugyanennyi sósavval a fém-karbonát vegyületéből a H<sub>2</sub>-nel azonos térfogatú gáz keletkezik (azonos hőmérsékletre és nyomásra számítva).

- Melyik ez a fém?
- Mi a fém-karbonát képlete?
- Hány gramm fém-karbonát reagált az adott mennyiségű sósavval?

**K87.** Csiszolóvászonnal (smirglivel) megtisztított 10,00 cm x 4,00 cm téglalap alakú ismeretlen anyagi minőségű fémlemez tömege 20,00 gramm. A lemezt 500,0 cm<sup>3</sup> térfogatú 1,000 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CuSO<sub>4</sub>-oldatba merítettük, majd közel egy órán át az oldatban tartottuk. Az oldatból kivett, megszáritott fémlemez tömege 25,40 gramm lett, míg az oldat Cu<sup>2+</sup>-ion koncentrációja a folyamat végén 0,763 mol/dm<sup>3</sup>.

- Mi az ismeretlen fém?
- A meghatározott fém minőségének ismeretében sűrűsége táblázatból kiolvasható.

Mekkora volt az eredetileg ismeretlen fémlemez vastagsága?

**K88.** Lugol-oldat 5,00 grammját 0,200 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú fixírsó-oldattal reagáltatunk.

A nátrium-tioszulfát-oldatból 11,80 cm<sup>3</sup> térfogatú szintelenítette el a Lugol-oldatot.

Hány tömeg %-os a Lugol-oldat jódra nézve?

**K89.** Kétféle módszerrel állítunk elő fém ezüstöt. Egyik alkalommal 0,900 gramm szőlőcukorral végezzük el a Tollens-próbát, a másik módszer a 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú AgNO<sub>3</sub>-oldat elektrolízálása.

Hány amperes árammal végezzük fél órán keresztül az elektrolízist, ha egyenlő tömegű ezüst keletkezik a két reakcióban?

**K90.** A következő fémek (és ezek vízben oldódó sói) állnak rendelkezésünkre galvánelemek készítéséhez: **Ag, Cu, Mg** és **Zn**.

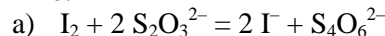
- Melyik anyagpár esetén jutunk a legnagyobb elektromotoros erejű galvánelemhez?
- Írd fel ezen galvánelem elektródáin lejátszódó redoxi-reakciók egyenletét!
- Írd fel a feladatban szereplő fémek 2-2 vízben oldódó vegyületét!
- Hová „dobod” az elhasznált galvánelemeidet?

## Feladatok haladóknak

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

### Megoldások

#### H76.



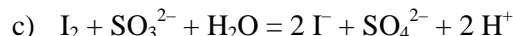
Az **A** oldat fogyása a titrálás végpontjáig:

$$V(\mathbf{A}) = V(\text{I}_2, \mathbf{A}) \cdot c(\text{I}_2, \mathbf{A}) / c(\mathbf{A}) = 10,00 \text{ cm}^3.$$

(2 pont)



(1 pont)



(1 pont)



Legyen  $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \mathbf{B})$  és  $c(\text{SO}_3^{2-}, \mathbf{B})$  a **B** oldatban a tioszulfát és a szulfít koncentrációja. A jódos titrálás alapján (a feladat c) része) felírhatjuk a következő egyenletet:

$$0,5 V(\mathbf{B}) \cdot c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \mathbf{B}) + V(\mathbf{B}) \cdot c(\text{SO}_3^{2-}, \mathbf{B}) = V(\text{I}_2, \mathbf{B}) \cdot c(\text{I}_2, \mathbf{B}).$$

A permanganátos titrálás alapján (a feladat d) része) felírhatjuk a

következő egyenletet:

$$8V(\mathbf{B}) \cdot c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \mathbf{B}) + 2V(\mathbf{B}) \cdot c(\text{SO}_3^{2-}, \mathbf{B}) = V(\text{MnO}_4^-, \mathbf{B}) \cdot c(\text{MnO}_4^-, \mathbf{B})$$

Az egyenletrendszer megoldva a következő kifejezéseket kapjuk:

$$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \mathbf{B}) = \frac{V(\text{MnO}_4^-, \mathbf{B}) \cdot c(\text{MnO}_4^-, \mathbf{B}) - 2V(\text{I}_2, \mathbf{B}) \cdot c(\text{I}_2, \mathbf{B})}{7V(\mathbf{B})};$$

$$c(\text{SO}_3^{2-}, \mathbf{B}) = \frac{16V(\text{I}_2, \mathbf{B}) \cdot c(\text{I}_2, \mathbf{B}) - V(\text{MnO}_4^-, \mathbf{B}) \cdot c(\text{MnO}_4^-, \mathbf{B})}{14V(\mathbf{B})}.$$

A fenti két kifejezésbe behelyettesítve kapjuk a végeredményt:

$$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \mathbf{B}) = 0,0129 \text{ mol/dm}^3; c(\text{SO}_3^{2-}, \mathbf{B}) = 0,0336 \text{ mol/dm}^3.$$

(6 pont)

A feladatra 20 megoldás érkezett, ebből 10 volt hibátlan. A pontátlag 89,8 %.

(Varga Szilárd)

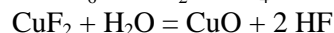
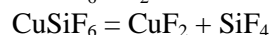
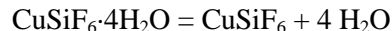
### H77.

Sajnálatos módon a feladat kiírásába hiba került. A feladat eredeti, hibás szövege szerint  $7,044 \text{ dm}^3$  gáz keletkezett. A helyes térfogat  $0,7044 \text{ dm}^3$  lett volna.

A hevítések és a vízgőzös kezelés során keletkező fénoxidot jelöljük  $\text{M}_2\text{O}_x$ -nek. A fém-oxid 20,11% oxigént tartalmaz. Tehát a fém moláris tömege  $M(\text{fém}) = 31,78x \text{ g/mol}$ . Kémiaileg értelmezhető eredményt  $x = 2$  esetén kapunk, ekkor  $M(\text{fém}) = 63,56 \text{ g/mol}$ . A keresett fém a **réz**. A réz(II)-oxid anyagmennyisége  $n(\text{oxid}) = 0,0200 \text{ mol}$ . A túlhevített vízgőzzel való kezelés előtt visszamaradt szilárd anyag moláris tömege  $M = 2,0310 \text{ g}/0,02 \text{ mol} = 101,6 \text{ g/mol}$ , ebből az értékből arra következtetünk, hogy a réz(II) ellenionjainak moláris tömege  $38 \text{ g/mol}$ . Ez csak úgy lehetséges, ha a  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ -os hevítés szilárd maradéka a **CuF<sub>2</sub>**. A hevítés során keletkezett gáz anyagmennyisége az ideális gáz állapotegyenletéből számolható,  $0,02 \text{ mol}$ nak adódik. A gáz moláris tömege ekkor  $M(\text{gáz}) = 104,1 \text{ g/mol}$ . A moláris tömege alapján ez a gáz a **SiF<sub>4</sub>**. A vízvesztés után keletkező só valószínűleg a **CuSiF<sub>6</sub>** volt. A  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on elvesztett víz mennyisége  $0,08 \text{ mol}$ . Tehát a vegyület mólönként  $4 \text{ mol}$  kristályvizet tartalmaz. Tehát a kristályvizes só képlete **CuSiF<sub>6</sub>·4H<sub>2</sub>O**.

(7 pont)

A lejátszódó folyamatok egyenletei:



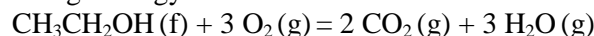
(3 pont)

A feladatra 18 megoldás érkezett, ebből 9 hibátlan. A feladat megoldásánál a legnagyobb nehézséget a keletkező gáz összetételének megtalálása okozta. A pontátlag 76,4 %.

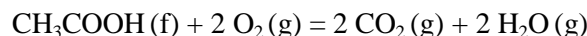
(Varga Szilárd)

### H78.

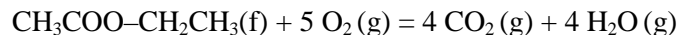
Az égések egyenletei és a reakcióhők:



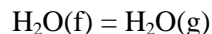
$$\Delta H_1 = 2 \cdot (-394) + 3 \cdot (-242) - (-278) = -1236 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_2 = 2 \cdot (-394) + 2 \cdot (-242) - (-487) = -785 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_3 = 4 \cdot (-394) + 4 \cdot (-242) - (-464) = -2080 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_4 = (-242) - (-286) = +44 \text{ kJ/mol}$$

*Megjegyzés: A feladat elméletileg nagyon egyszerű volt, a végeredmény számértéke viszont rendkívül érzékeny arra, hogy milyen pontosságú adatokat mérünk és használunk fel. A számolás során nagy értékek kis különbségei (pl. a termékek és kiindulási anyagok égéshői között) határozzák meg az eredményt. Ezért a köztes kerekítések, a kiindulási adatok apró eltérései is változtathatnak a végeredményen. A megoldásban szereplő értékeket a lehető legpontosabb kiindulási adatokkal, köztes kerekítés nélkül adjuk meg, de az eredmény így sem megbízható. Például a moláris tömegeket egész számra kerekítve kapott egyensúlyi állandó 4,3 közelében lesz.*

*A megoldás tanulsága nyilván az, hogy ezzel a módszerrel nem lehet egyensúlyi állandókat meghatározni. A beküldött dolgozatokban csak elvi hibával lehetett pontot veszíteni.*

Az etanol anyagmennyisége:



$$\frac{100 \text{ cm}^3 \cdot 0,818 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,9}{46,069 \text{ g/mol}} = 1,5980 \text{ mol.}$$

Az ecetsav anyagmennyisége

$$\frac{100 \text{ cm}^3 \cdot 1,067 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,9}{60,052 \text{ g/mol}} = 1,5991 \text{ mol.}$$

A víz anyagmennyisége

$$\frac{100 \text{ cm}^3 \cdot 0,1 \cdot (1,067 \text{ g/cm}^3 + 0,818 \text{ g/cm}^3)}{18,015 \text{ g/mol}} = 1,04635 \text{ mol.}$$

Ha az etanolból  $x$  mol fogy, az ecetsavból is ugyanennyi reagál, és  $x$  mol etil-acetát, valamint ugyanennyi víz keletkezik.

Tehát lesz  $1,5980-x$  mol etanol,  $1,5991-x$  mol ecetsav,  $x$  mol etil-acetát és  $1,0463+x$  mol víz. Az elegy égetésekor lejátszódó részfolyamatok reakcióhőit figyelembe véve a teljes hőmennyiség:

$$-1236(1,5980-x) + -785(1,5991-x) + -2080x + 44(1,0463+x) = (-3184,440-15x) \text{ kJ.}$$

Mivel az elegy tömege

$$100 \text{ cm}^3 \cdot 0,818 \text{ g/cm}^3 + 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,067 \text{ g/cm}^3 = 188,5 \text{ g, ezért:}$$

$$\frac{-3184,440 - 15x}{188,5} = -16,99$$

$$\text{Innen } x = 1,212 \text{ mol.}$$

Mivel a reakcióegyenlet két oldalán a sztöchiometriai együtthatók összege egyenlő, ezért az egyensúlyi állandó kiszámítása során anyagmennyiségekkel is számolhatunk. (Erről sokan megfeledkeztek a megoldásban.) Tehát:

$$K = \frac{x \cdot (1,0464 + x)}{(1,5980 - x)(1,5991 - x)} = 18,2$$

(Komáromy Dávid)

### H79.

a) A feladat megoldása során a hangyasavat HA-val, míg a propionsavat HB-vel fogjuk jelölni. A kevert oldatban a két sav koncentrációja megegyezik:  $c = c_{\text{HA}} = c_{\text{HB}} = 0,2 \text{ mol/dm}^3$ . Mivel viszonylag tömény oldataink vannak, ezért számításaink során a víz öndisszociációjának

hozzájárulását a  $[\text{H}^+]$ -hoz elhanyagolhatónak tekintjük. Mindkét savra felírhatjuk az anyagmérlegeket, illetve az egyensúlyi állandókat:

$$c_{\text{HA}} = [\text{HA}] + [\text{A}^-] \rightarrow [\text{HA}] = c_{\text{HA}} - [\text{A}^-];$$

$$c_{\text{HB}} = [\text{HB}] + [\text{B}^-] \rightarrow [\text{HB}] = c_{\text{HB}} - [\text{B}^-];$$

$$K_{\text{HA}} = [\text{H}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}]; K_{\text{HB}} = [\text{H}^+][\text{B}^-]/[\text{HB}],$$

valamint felírhatjuk még az egész oldatra a töltésmérleget:

$$[\text{H}^+] = [\text{A}^-] + [\text{B}^-].$$

Az anyagmérlegek és az egyensúlyi állandók ismeretében kifejezhetők a savmaradékionok koncentrációi a bemérési koncentrációk és  $[\text{H}^+]$  függvényében:

$$[\text{A}^-] = c_{\text{HA}}K_{\text{HA}}/(K_{\text{HA}} + [\text{H}^+]); [\text{B}^-] = c_{\text{HB}}K_{\text{HB}}/(K_{\text{HB}} + [\text{H}^+]).$$

Ezeket a kifejezéseket behelyettesítjük a töltésmérlegbe, figyelembe vesszük, hogy a bemérési koncentrációk azonosak, akkor a következő harmadfokú egyenletet kapjuk:

$$[\text{H}^+]^3 + (K_{\text{HA}} + K_{\text{HB}})[\text{H}^+]^2 - (cK_{\text{HA}} + cK_{\text{HB}} - K_{\text{HA}}K_{\text{HB}})[\text{H}^+] - 2K_{\text{HA}}K_{\text{HB}}c = 0.$$

A másodfokú tag együtthatójában az egyensúlyi állandók szorzata elhanyagolható, valamint az egyenlet konstans rész is, ekkor a következő másodfokú egyenletté egyszerűsödik a feladat:

$$[\text{H}^+]^2 + (K_{\text{HA}} + K_{\text{HB}})[\text{H}^+] - (cK_{\text{HA}} + cK_{\text{HB}}) = 0.$$

Ez az egyenlet már megoldható, de további közelítések is tehetők, ugyanis az elsőfokú tag kb. 4 nagyságrenddel kisebb lesz a másik kettőnél, így elhanyagolható. (Az elhanyagolások pontos feltételeit lásd KÖKÉL 2007/2. szám H58. feladat megoldásában.)

Az összes közelítéssel azt kapjuk, hogy  $[\text{H}^+] = 6,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . (A másodfokú egyenletből számítva  $6,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ ). Tehát a **pH = 2,21**.

(3 pont)

b) A töményebb gyenge savak pH-ját a következő egyenlettel számíthatjuk:

$$[\text{H}^+] = (Kc)^{1/2}.$$

Ebből kifejezve az analitikai koncentrációt a következő képlethez jutunk:

$$c = [\text{H}^+]^2/K.$$

A savak kiindulási oldataiban a koncentrációk:

$$c_{\text{HA}} = \mathbf{0,215 \text{ mol/dm}^3}; c_{\text{HB}} = \mathbf{2,841 \text{ mol/dm}^3}. \quad (2 \text{ pont})$$

c) A keverési arányt a következőképpen számolhatjuk:

$$n = c_{\text{HA}}V_{\text{HA}} = c_{\text{HB}}V_{\text{HB}} \\ V_{\text{HA}}/V_{\text{HB}} = c_{\text{HB}}/c_{\text{HA}} = \mathbf{13,21}.$$

(1 pont)

d) A kiindulási oldatnál a következőképpen számíthatjuk a disszociációfokot:

$$\alpha(\text{HA}) = [\text{A}^-]/c_{\text{HA}}$$

Ilyen tömény gyengesav-oldatoknál élhetünk a  $c_{\text{HA}} \approx [\text{HA}]$  közelítéssel:

$$\alpha(\text{HA}) = [\text{A}^-]/c_{\text{HA}} = [\text{A}^-]/[\text{HA}] = K_{\text{HA}}/[\text{H}^+] = \mathbf{0,0287};$$

$$\alpha(\text{HB}) = [\text{B}^-]/c_{\text{HB}} = [\text{B}^-]/[\text{HB}] = K_{\text{BA}}/[\text{H}^+] = \mathbf{0,0022}.$$

A fenti képletekből is látszik, hogy **a disszociációfok csak a pH-tól és a savi állandóktól függ**. Ezért a kevert oldatban is ugyanez a disszociációfoka az egyes savaknak.

(2 pont)

e) A hangyasav disszociációfokának 0,0574-nek kell lenni. Az ilyen oldatnak a pH-ját számíthatjuk a d) feladatrészt segítségével:  $[\text{H}^+] = 3,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . Az a) feladatrészt alapján számolhatjuk az analitikai koncentrációt, ami  $c = 0,050 \text{ mol/dm}^3$ -nek adódik. Ekkor az oldattérfogat  $V = n/c = 6,0 \text{ dm}^3$ , tehát **4,5 dm<sup>3</sup> vizet** kell az eredeti oldathoz adni.

(2 pont)

*A feladatra 18 megoldás érkezett. Hibátlan megoldást küldött be Gál Bálint, Kiss-Tóth Annamária, Lukáts András, Májusi Gábor és Sarka János. A feladat megoldásánál a legtöbb problémát a disszociációfok számítása és állandóságának indoklása okozott. A pontátlag 64,4 %.*

(Varga Szilárd)

### H80.

Legyen  $x_A$  és  $1-x_A$  a kezdeti móltörtek. A reakciósebesség arányos az  $x_A(1-x_A)$  szorzattal. Ennek kell megtalálni a maximumát. Elemi matematikából (másodfokú függvény hogyan viselkedik) kapjuk, hogy a maximum az  $x_A = 0,5$  esetén van, tehát a sztöchiometrikus összetételhez tartozik a legnagyobb indulási reakciósebesség.

*Pontversenyen kívüül: az  $x\text{A}_{(g)} + y\text{B}_{(g)} \rightarrow \text{C}_{(s)}$  folyamat esetére bizonyítsuk be, hogy mindig a sztöchiometrikus összetétel vezet a legnagyobb kezdeti reakciósebességhez! (A megoldást nem kell beküldeni.)*

b) Az egyensúly nem tolódik el. Az Ar nem vesz részt a folyamatban.

(Stirling András)

### HO-29.

A feladatban szereplő terfenilekben adott konstitúció mellett – amit az egyes alpontok definiálnak – különböző izomerek, létezhetnek. Az izomerek csupán abban különböznek egymástól, hogy az egyes gyűrűk eltérő térállásban helyezkednek el egymáshoz képest. A gátolt rotáció

miatt minden kötés körül kétféle elrendezés lehetséges. Mivel 2 ilyen kötésünk van  $2 \times 2$  azaz 4 izomert várhatunk. A kérdés csupán az, hogy az egyes izomerek rendelkeznek-e belső szimmetriával és ez által forgatással, fedésbe hozhatóak-e az addig külön tárgyalt molekulák. Ez a probléma analóg a centrális kiralitásnál és az általában a borkósav példáján szemléltetett akirális, mezo izomernél tanultakkal. A különbség azonban az, hogy míg a középiskolai anyagban többnyire belső tükörsíkkal találkozunk, addig a feladatban, a megoldóknak más szimmetriát is észre kell venniük.

Az i) és ii) pontokban szereplő molekulák esetén négy izomert találhatunk. Az ii) pont semmilyen újdonsággal nem szolgál az előzőhöz képest csak azzal a tanulással, hogy míg a centrális-kiralitásnál két szubsztituens azonossága akirális centrumot eredményez, addig ez az axiális-kiralitásnál nem feltétlenül igaz, hiszen ez utóbbi esetben a kötés már kitüntetett egy irányt, ezáltal csökkenti a szimmetriát.

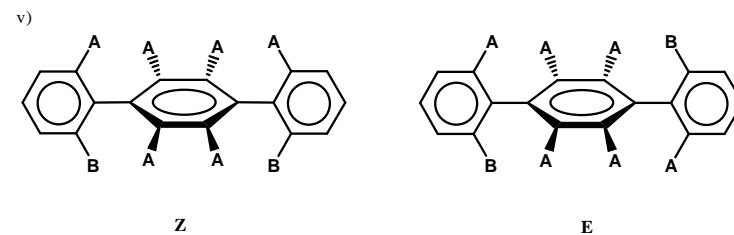
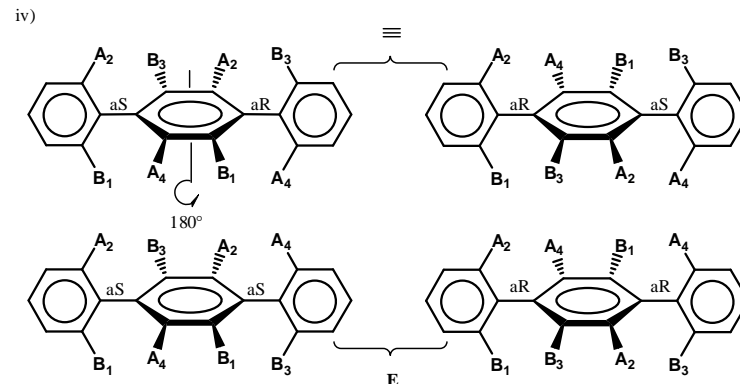
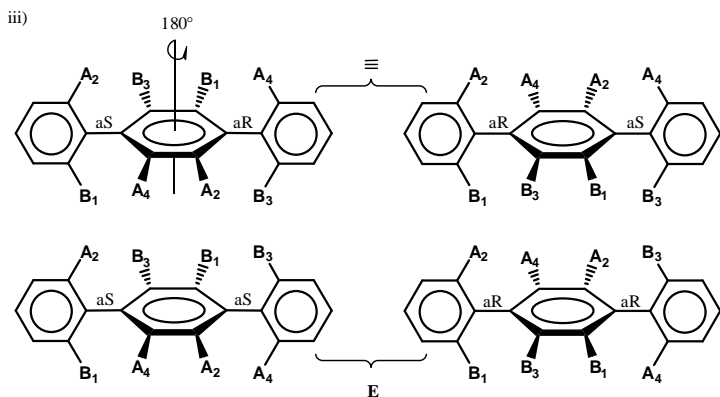
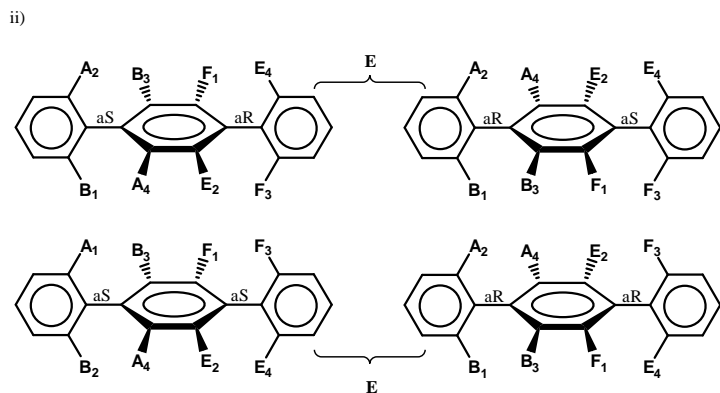
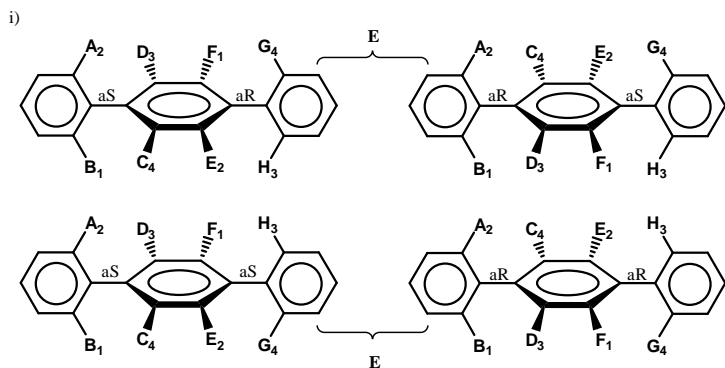
A iii) és a iv) pontokban jelzett vegyületeknek létezik egy-egy mezo izomere. Ezen izomereknél a két szélső gyűrű helybenhagyása és a középső  $180^\circ$ -os forgatása esetén kapott molekula (tükörkép) fedésbe hozható az eredeti molekulával. A iii) esetben tükörsík, a iv) pontbeli molekulánál inverziós centrum fedezhető fel a molekulában. Az ábrákon jelöltem a tengelyeket, melyek körül elforgatva a tükörképi molekulákat, visszakapjuk az eredetiket.

A legtöbb versenyzőnek ez a két alpont okozta a nehézségeket. Nagyon sokat segíthet az átlátható ábra és jelölés használata, valamint a térbeli ábrázolás. Sokszor első ránézésre az alpontok nagyon hasonlítanak egymásra, és vonzó lehetőség a rajzok megspórolása, de ez vezethet hibás megoldásokhoz.

Az v) pontban szereplő konstitúcióhoz két geometriai izomer rendelhető. Teljesen analóg probléma egy kettőskötést tartalmazó molekula lehetséges izomériájával. Elvi különbség a kötés körül való forgás gátoltságának mértékében és okában található. Sokan nevezték a molekulákat egymás diasztereomerének. Ez hibás elnevezés, mivel a molekulák nem tartalmaznak királis részletet. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha megpróbáljuk a CIP konvenciót alkalmazni.

Az ábrákon E-vel az enantiomerpárokat jelöltem,  $\equiv$  jellel pedig azokat az a tükörképi párokat, amelyek fedésbe hozhatóak. Az ilyen molekulák mezo izomerek. Azon molekulapárok melyeket nem jelöltem a fenti módokon, diasztereomerek. Az egyes szubsztituenseket a betűk jelölik, az indexek a

CIP konvenció szerinti sorszámozás, ha a molekulára az ábrázolás szerinti baloldaltól nézünk.



(Daru János)

### HO-30.

A  $\text{FeS}$  oldhatósági szorzata definíció szerint a következő:

$$L = [\text{Fe}^{2+}][\text{S}^{2-}].$$

A szulfidion koncentrációját a következőképpen számíthatjuk:

$$[\text{S}^{2-}] = L/[\text{Fe}^{2+}] = L/c(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot 10^{-16} \text{ mol/dm}^3.$$

A kén-tartalmú specieszekre felírhatjuk az anyagmérleget:

$$c(\text{S}) = [\text{S}^{2-}] + [\text{HS}^-] + [\text{H}_2\text{S}],$$

a szulfidion koncentrációval osszuk el az egyenlet mindkét oldalát:

$$c(\text{S})/[\text{S}^{2-}] = 1 + [\text{HS}^-]/[\text{S}^{2-}] + [\text{H}_2\text{S}]/[\text{S}^{2-}];$$

majd behelyesítjük az egyensúlyi állandókat:

$$c(\text{S})/[\text{S}^{2-}] = 1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_2K_1).$$

Ebből az egyenletből számíthatjuk a  $[\text{H}^+]$ -t.

$[\text{H}^+] = 4,47 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ . Tehát a csapadék **pH = 3,35**-nél kezd leválni.

A teljes leválásnál a vas(II) koncentrációja 0,01%-ra csökken, tehát  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$  lesz. Figyelembe kell venni, hogy a leváló csapadék csökkenti a kén-tartalmú specieszek koncentrációját is, tehát  $c(\text{S}) = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$  lesz. A fenti módon számíthatjuk a pH-t. Az eredmények alapján, azt mondhatjuk, hogy a csapadék teljesen leválik **pH = 7,77**-ig.

A feladatra 12 megoldás érkezett. Hibátlan megoldást küldött be Gál Bálint, Májusi Gábor, Mestyán Márton, Molnár Dávid és Sveiczzer Attila. A feladat megoldásánál a legtöbb problémát a feladat második részében, a kén-tartalmú specieszek koncentrációjának csökkenésének észrevétele okozta. A pontátlag 86,7 %.

(Varga Szilárd)

### HO-31.

a) Először gondoljuk végig, hogy milyen folyamatok játszódnak le!

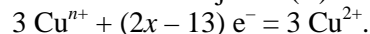
- a réz(III) réz(II)-vé redukálódik
- az  $O^{2-}$  egy része  $O_2$ -é oxidálódik
- a perklórsav csak savanyítás céljából van az oldatban, benne a klór maximális oxidációs állapotban van, tovább nem tud oxidálódni, az  $O^{2-}$  nem tudja redukálni

Legyen a réz átlagos oxidációs száma  $n$ . Mivel az  $YBa_2Cu_3O_x$  vegyület semleges, ezért felírhatjuk rá az elektroneutralitás elvét ( $Y^{3+}$ ;  $Ba^{2+}$  és  $O^{2-}$  ionokként kezeljük az egyes alkotókat):

$$(+3) + 2 \cdot (+2) + 3 \cdot (n) + x \cdot (-2) = 0;$$

$$n = (2x - 7)/3.$$

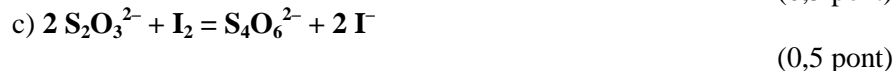
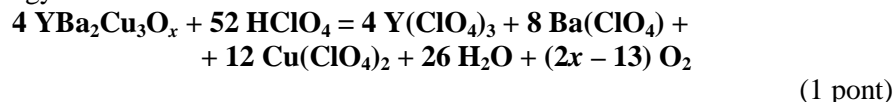
Írjuk fel a  $+n$  töltésű réz ionok redukcióját réz(II)-é:



Az elektronokat az  $O^{2-}$  ionok oxidációja szolgáltatja:



A két redox félreakciót egy egyenletbe foglalva kapjuk a savas oldás egyenletét:

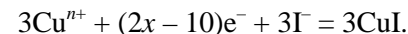


d) Vizsgáljuk meg, milyen folyamatok játszódnak le a savas KI-os oldás során!

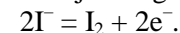
- a réz(III) és réz(II) ionok réz(I) ionná redukálódnak
- a jodidionok jóddá oxidálódnak
- a perklórsav csak savanyítás céljából van az oldatban

Írjuk fel a  $+n = +(2x - 7)/3$  töltésű réz ionok redukcióját réz(I)-é

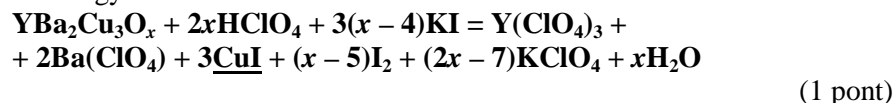
jodidionok jelenlétében (ugyanis a folyamatot a csapadékképződés segíti lejátszódnak):



Az elektronokat a  $I^-$  ionok oxidációja szolgáltatja:

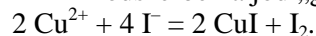


A két redox félreakciót egy egyenletbe foglalva kapjuk a savas, KI-os oldás egyenletét:

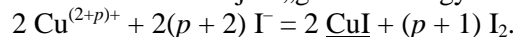


e) Az **A** módszer során minden rezet réz(II) formájában mérünk, míg a **B** módszernél mindet az eredeti oxidációs állapotában.

Az **A** módszerben a jód „generálás” egyenlete:



A **B** módszerben a jód „generálás” egyenlete:



Az **A** esetben az HTS réz-tartalma a tömegeből és a titrálásból is számítható:

$$n(Cu) = 3m_A/M(HTS) = c_T V_A.$$

A **B** esetben az HTS réz-tartalma a tömegeből és a titrálásból is számítható:

$$n(Cu) = 3m_B/M(HTS) = c_T V_B/(p + 1).$$

A két egyenletből kifejezhető  $p$ :

$$p = (V_B m_A - V_A m_B)/(V_A m_B)$$

(4 pont)

f) Írjuk fel az elektroneutralitást!

$$(+3) + 2 \cdot (+2) + 3 \cdot (+2 + p) + x \cdot (-2) = 0,$$

ebből  $x$  kifejezhető:

$$x = 6,5 + 1,5p$$

(2 pont)

g) Az e) és f) feladatrész eredményeiből számíthatók a kérdéses paraméterek:  $p = 0,2$ , illetve  $x = 6,8$ .

Tehát a HTS képlete:  $YBa_2Cu_3O_{6,8}$ .

(1 pont)

A feladatra 9 megoldás érkezett. Hibátlan megoldást küldött be Kis-Tóth Annamária. A feladat megoldásánál a legtöbb problémát a reakcióegyenletek helyes rendezése, illetve a perklórsav szerepének felismerése okozta. A pontátlag 43,3 %.

(Varga Szilárd)

## Feladatok

*A dolgozatokat a következő címen várjuk 2008. március 30-ig postára adva. A később postázott leveleket nem tudjuk figyelembe venni a pontversenyben! Kérjük a formai követelmények figyelembe vételét!*

### KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet  
Budapest 112  
Pf. 32  
1518

A feladatsor az idei olimpia magyar szervezői által ajánlott felkészítő feladatok alapján készült. A feladatok hosszúak és több részkérdésből állnak, ezért némelyik feladat egyik része a **H** másik része a **HO** feladatsorban szerepel, illetve van ahol nem a teljes feladat szerepel.

#### H81.

Számítsd ki a következő oldatok analitikai koncentrációját:

- $pH = 4,00$ -es  $HCl$ -oldat (**A** oldat),
- $pH = 4,00$ -es ecetsavoldat (**B** oldat),
- $pH = 4,00$ -es kénsavoldat (**C** oldat),
- $pH = 4,00$ -es citromsavoldat (**D** oldat)!

Számítsd ki a következő oldatok  $pH$ -ját:

- egyenlő térfogatú **A**-, és  $NaOH$ -oldat ( $pOH = 4$ ) elegye,
- egyenlő térfogatú **B**-, és  $NaOH$ -oldat ( $pOH = 4$ ) elegye,
- egyenlő térfogatú **C**-, és  $NaOH$ -oldat ( $pOH = 4$ ) elegye,
- egyenlő térfogatú **D**-, és  $NaOH$ -oldat ( $pOH = 4$ ) elegye,
- egyenlő térfogatú **A**-, és **B**-oldat elegye,
- egyenlő térfogatú **A**-, és **C**-oldat elegye!

Ecetsav:  $pK_a = 4,76$ ; kénsav:  $pK_{a2} = 1,99$ ; citromsav:  $pK_{a1} = 3,10$ ,  
 $pK_{a2} = 4,35$ ,  $pK_{a3} = 6,39$

#### H82.

Az alábbi táblázat néhány atom és egy kétatomos molekula energia adatait tartalmazza  $kJ/mol$ -ban:

	Első gerjesztés ( $E_{ex}$ )	Első ionizáció ( $E_I$ )	Második ionizáció ( $E_{II}$ )	Elektroaffinitás (EA)
Na	51,1	496	4564	53,1
Hu*	100,0	200	500	250,0
Cl	29,0	1251	1148	348,0
NaCl		860		70,1

\*kitalált atom

Két  $R$  távolságban lévő pontszerű töltés ( $q_1$  és  $q_2$ ) kölcsönhatási energiája:

$$E = -\frac{kq_1q_2}{R},$$

ahol  $k = 8,99 \cdot 10^9$  m/F. Az elektron töltése ( $e$ )  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C.

- Egy  $Na$  és egy  $Cl$  atomot közelítünk egymáshoz gázfázisban. Mi az a minimális távolság, ahol még nem reagálnak egymással?
- Ez a távolság kisebb vagy nagyobb, ha a  $Na$  atom az első gerjesztett állapotában van? Állításod számításal igazold!
- Figyelembe véve, hogy az elemek elektroaffinitása és első ionizációs energiája  $4,6 - 348$   $kJ/mol$ , illetve  $475 - 2374$   $kJ/mol$  közötti értékeket vesz fel, lehetséges-e, hogy egy kétatomos molekula két stabil ionra disszociáljon? Állításod számításal igazold!
- Egy semleges  $Hu$  atomot és egy  $Hu^+$  iont közelítünk egymáshoz gáz fázisban. Reagálnak-e egymással? Állításod számításal igazold!

#### H83.

A  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  és az  $H_3AsO_4/H_3AsO_3$  rendszerek fontos redoxi rendszerek az analitikai kémiában, mert elektrokémiai egyensúlyukat komplexképzéssel vagy különböző  $pH$  értékekkel el lehet tolni.

a) Számítsd ki a  $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$  standard potenciálját ( $E^0_3$ )!

A  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  rendszer standard redox potenciálja  $1$   $mol/dm^3$ -es  $HCl$  oldatban  $0,710$  V.

b) Add meg a  $[FeCl]^{2+}$  komplex stabilitási állandóját!

Mind a  $Fe^{3+}$ , mind a  $Fe^{2+}$  ionok nagyon stabil komplexet képeznek a  $CN^-$  ionokkal.



- c) Számítsd ki a  $[Fe(CN)_6]^{3-}$  és  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  ionok kumulatív stabilitási állandóját (stabilitási szorzatot)!
- d) Sztöchiometrikus arányban  $H_3AsO_4$ -t és  $K_4[Fe(CN)_6]$ -t oldunk vízben. Mi lesz az  $[H_3AsO_4]/[H_3AsO_3]$  arány egyensúlyban  $pH = 2,00$ -nél?
- e) Lehetségesek-e a következő egyensúlyi koncentrációk vizes oldatban? Ha igen, számítsd ki az oldat  $pH$ -ját!

$$[H_3AsO_4] = [H_3AsO_3] = [I_3^-] = [I^-] = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$Fe^{2+}/Fe$	$E^{\circ}_1 = -0,440 \text{ V}$
$Fe^{3+}/Fe$	$E^{\circ}_2 = -0,036 \text{ V}$
$[Fe(CN)_6]^{3-}/[Fe(CN)_6]^{4-}$	$E^{\circ}_4 = +0,356 \text{ V}$
$H_3AsO_4/H_3AsO_3$	$E^{\circ}_5 = +0,560 \text{ V}$
$I_2/2 I^-$	$E^{\circ}_6 = +0,540 \text{ V}$

#### H84.

A magyar Nemzeti Bank honlapja alapján, az ezüstfehér kétforintos érme egy csak rezet és nikkelt tartalmazó ötvözet. Egy kíváncsi vegyész (aki nem tudta, hogy Magyarországon a pénz rongálását a törvény bünteti) lemért egy kétforintos érmét (3,1422 g), és kb. 4 óra alatt maradéktalanul feloldotta tömény salétromsavban, természetesen egy jól húzó vegyifülke alatt dolgozva. Egy barna gázon kívül más gáz halmazállapotú termék nem fejlődött a reakció során.

- a) Írd fel az oldás során lejátszódó reakciók egyenleteit!

Hősünk ezt az oldatot  $100,00 \text{ cm}^3$ -re hígította. Az érme összetételének meghatározásához a következő világos tervet készítette. Először, 6 g  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  1,0  $dm^3$  vízben oldásával  $Na_2S_2O_3$ -oldatot készített. Ezután egy mérőlombikba 0,08590 g  $KIO_3$ -ot mért és vízzel  $100,00 \text{ cm}^3$  törzsoldatot készített belőle. A törzsoldat  $10,00 \text{ cm}^3$  részletéhez  $5 \text{ cm}^3$  20%-os sósav oldatot és 2 g szilárd KI-t adunk. Az oldat azonnal barna színű lett. Ezután az így előkészített oldatot titrálta a nátrium-tioszulfát oldattal. Több párhuzamos mérést végezve az ekvivalenciapontig az átlagos fogyás  $10,46 \text{ cm}^3$  volt.

- b) Írd fel az összes lejátszódó reakció egyenletét! Határozd meg a  $Na_2S_2O_3$ -oldat koncentrációját! Milyen indikátort használhatott hősünk a végpont észleléséhez?

Amikor hősünk nekiállt elmosogatni észrevette, hogy az első mintában

fehér csapadék jelent meg. Emlékezett arra, hogy ehhez az oldathoz több nátrium-tioszulfátot adott, mint amennyi a végpont eléréséhez szükséges lett volna.

- c) Írd fel a csapadék képződéséhez vezető reakció egyenletét!

Ezután hősünk visszatért a legelőször készített zöldeskék színű törzsoldathoz.  $1,000 \text{ cm}^3$ -es részletét titráló lombikba mérte, majd  $20 \text{ cm}^3$  5%-os ecetsavoldatot és 2 g szilárd KI-t adott hozzá. Közelítőleg 5 perc várakozás után, az oldat megbarnult és egy világos színű csapadék vált le.

- d) Írd fel a színes vegyülethez és a csapadékhoz vezető reakciók egyenleteit! Miért kellett hősünknek várnia? Miért okozott volna hibát, ha percek helyett órákat vár a minta előkészítése során?

Hősünk az így elkészített oldatot megtrálta a tioszulfát mérőoldattal. Az ekvivalenciapontig az átlagos fogyás  $16,11 \text{ cm}^3$  volt. Most már ki lehet számítani a 2 Ft-os érme összetételét.

- e) Add meg az érme tömegszázalékos összetételét!

Mint egy jó analitikust, az egy eljárással kapott eredmény nem nyugtatta meg hősünket, ezért az érme összetételét megpróbálta meghatározni komplexometriásan is. Ebben a mérésben nem vette figyelembe a jodometriás mérés eredményeit. Először  $3,6811 \text{ g}$   $Na_2EDTA \cdot 2H_2O$  ( $M = 372,25 \text{ g/mol}$ ) oldásával készített  $1,0000 \text{ dm}^3$  oldatot. Majd az eredeti zöldeskék törzsoldat  $0,2000 \text{ cm}^3$ -es részletéhez  $20 \text{ cm}^3$  vizet és  $2 \text{ cm}^3$  25%-os ammóniaoldatot adott. Az oldat színe intenzív ibolyaszínű lett.

- f) Milyen specieszek felelősek ezért a színért? Mi az ammónia hozzáadásának szerepe?

Az ekvivalencia pontig az átlagos fogyás  $10,21 \text{ cm}^3$  volt.

- g) Megerősítette ez a kísérlet az érme összetételére vonatkozó korábbi eredményt?

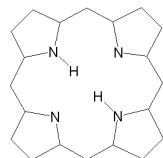
A történet itt még koránt sem ért véget, aki kíváncsi a folytatására, az nézze meg a **HO-35.** feladatot.

#### H85.

Az aromaticitás a szerves kémia egy fontos fogalma. Az aromás gyűrűt tartalmazó vegyületek kitűnnek a többitől fizikai-kémiai tulajdonságokban és reakciókészségükben is. Egy egyszerű szabály, a Hückel-szabály segít az aromás rendszerek azonosításában. A szabály kimondja, hogy egy ciklikusan konjugált rendszer akkor aromás, ha a delokalizált  $\pi$ -kötésekben résztvevő p elektronok száma  $4n + 2$  (ahol  $n$  nem negatív

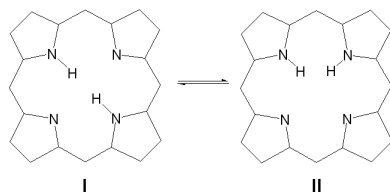
egész szám). Ez a szabály kiterjeszthető policiklusos és kondenzált gyűrűs rendszerekre is.

A porfin a porfirinek családjának legegyszerűbb tagja. A teljesen sík szerkezet négy pirrol gyűrűt tartalmaz. Mindegyik szén és nitrogén atom  $sp^2$  hibrid állapotú a molekulában. Egy kiterjedt konjugált kettős kötés rendszert találhatunk a molekulában. A porfin szigma-váza a következőképpen néz ki:



- a) *Hány elektron vesz részt a konjugált kettős kötés rendszerben? Aromás-e a molekula? Rajzold fel a porfin szerkezetét, és jelöld a konjugált rendszert alkotó kettős kötéseket!*

A középső nitrogén atomok közül kettőnek hidrogén szubsztituense van. Ezek a hidrogének gyengén savasak és normál körülmények között a protonok könnyen vándorolnak át a szomszédos nitrogén atomra, amint alább látszik.



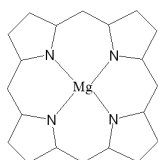
- b) *Milyen izomer I és II? Ez a vándorlás hogyan befolyásolja a konjugált kettős kötés rendszert, több vagy kevesebb  $\pi$ -elektron alkotja a konjugációt a II izomerben, mint az I-ben? Rajzold fel a II porfin szerkezetét, és jelöld a kettős kötéseket!*

A porfin molekulában a szénatomokhoz kötött hidrogén atomokat lecserélhetjük más csoportokra. Tegyük fel, hogy egy metil csoportot helyezünk el a porfin gyűrűn. Normál körülmények között ez a szubsztitúció nem befolyásolja a belső nitrogénekre a hidrogén vándorlást, ami oldatban folyamatosan végbemegy.

- c) *Hány különböző monometil-porfin képződhet? Még egy metil csoportot viszünk be a porfin gyűrűre.*

- d) *Ebben az esetben hány izomert izolálhatunk?*

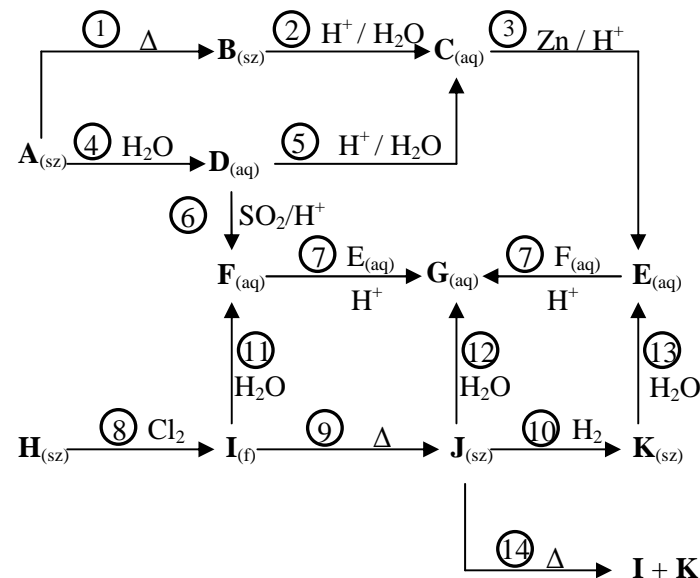
A porfin fém komplexei könnyen előállíthatók. Ezek közül az egyik legjelentősebb a magnézium komplex, ami a klorofill szintetikus modellje. A komplex szigma-váza a következőképpen néz ki:



- e) *Ebben az esetben hány elektron vesz részt a szerves gyűrűben lévő konjugált kötés rendszerben? Hány metil-Mg-porfin létezik, ha egy metil szubsztituens található a szerves gyűrűn?*

### HO-34.

Az **A** vegyület a **H** fém stabil sója. A fémen kívül 11,97 % nitrogént, 3,45 % hidrogént és 41,03 % oxigént tartalmaz. A következő ábra néhány reakcióját tartalmazza **A**-nak és **H**-nak (a  $\Delta$  hevítést jelent). A nyilak felett a szükséges reagensek láthatók. Mindegyik fémtartalmú terméket betűvel jelöltük, de a melléktermékeket nem tartalmazzák az ábrák. (Ha a jelölt termék oldódik vízben és ionos, a betű csak a fémtartalmú iont jelöli.)



- a) *Mit jelölnek az A – K betűk? Írd fel az 1 – 14 egyenleteket!*  
 b) *Melyik a redox folyamatok a reakciók közül?*

- c) Az **A** – **K** vegyületek közül melyiknél nem számíthat párosítatlan elektrónra?
- d) Az ábra alapján írd fel egy olyan reakciót, amiben **F**-ből **G** keletkezik, **E** alkalmazása nélkül!
- e) A **B** vegyület fontos iparban alkalmazott vegyület. Írd fel egy reakciót, amiben **B** nélkülözhetetlen. Milyen szerepet játszik a folyamatban?
- f) Hány százalék  $^{35}\text{Cl}$ -t tartalmaz az **I** vegyület, ha a 8. reakcióban használt klórgáz 99 %  $^{37}\text{Cl}$ -t és csak 1 %  $^{35}\text{Cl}$ -t tartalmaz?
- g) Hány százalék  $^{35}\text{Cl}$  tartalmaz az előbbi **I** mintából képződő **J**?

## Spektroszkópia

A spektroszkópia az elektromágneses sugárzás és az anyag kölcsönhatását tanulmányozza. Az anyag által elnyelt és kibocsátott sugárzás a kölcsönható atomok, molekulák energiaállapotában változást okoz. A sugárzás energiája alapján azonosíthatóak az anyag jellegzetes állapotai, és ennek alapján nem egyszer az anyag minősége is.

Az elektromágneses sugárzás viselkedése bizonyos szempontból azt mutatja, hogy az elektromos és mágneses tér hullámaival van dolgunk, amelyek vákuumban fénysebességgel terjednek ( $c$  kb.  $3 \cdot 10^8$  m/s). A hullámokat jellemezhetjük frekvenciájukkal ( $\nu$ ), illetve hullámhosszukkal ( $\lambda$ ) is. A két mennyiség között a következő összefüggés áll fenn:

$$c = \nu \lambda$$

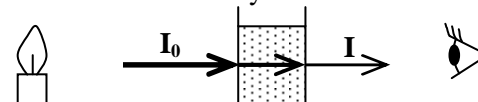
A frekvencia használata sokszor egyértelműbb, mert különböző közegekben megváltozhat a fény sebessége, és ennél fogva a sugárzás hullámhossza. Néha a hullámhossz reciprokát, az úgy nevezett hullámszámot is használják a mérések során.

Az elektromágneses sugárzás elnyelése (abszorpciója) és kibocsátása (emissziója) során nem folytonos hullámként, hanem elkülönülő energiaadagok, részecskék gyanánt viselkedik. Ezek a részecskék a fotonok, amelyeknek energiája a sugárzás frekvenciájától függ.

$$E = h\nu$$

Az arányossági tényező az ún. Planck-állandó ( $6,62 \cdot 10^{-34}$  Js). Az elektromágneses spektrumon végigmenve a nanométeres kozmikus sugaraktól a kilométeres rádióhullámokig hatalmas mértékben változik a

fotonok energiája, és így a sugárzás is más-más módon kerül kölcsönhatásba az anyagokkal. Bizonyos mérések (pl. az infravörös spektrum) alapján akár a molekulák szerkezetét is meg lehet állapítani. Részletesen erről az előkészítő tanfolyamon beszélünk majd.



Most a spektroszkópia kvantitatív oldalát vizsgáljuk meg. Ehhez célszerű mintánkat adott hullámhosszú (ún. monokromatikus) és állandó intenzitású ( $I_0$ ) fény útjába helyezni és mérni a kilépő fény intenzitását ( $I$ ).  $I < I_0$ , mert a mérőedényben (küvetében) lévő anyag a fény egy részét elnyeli (abszorbeálja), amit az  $I/I_0$  hányados, az úgynevezett transzmittancia jellemezhet. A tapasztalatok szerint az intenzitás logaritmusá egyenesen arányosan csökken a sugárútba eső anyag koncentrációjával és a fényút hosszával.

$$\log I = \log I_0 - \epsilon c l$$

Ezt az összefüggést célszerű átrendezni a  $\lg(I_0/I)$  mennyiséget (ún. abszorbanciát,  $A$ ) kiemelve. Ez a Lambert-Beer törvény:

$$A = \sum_i \epsilon_i \cdot l \cdot c_i,$$

$\epsilon_i$ : anyagi minőségtől, és hullámhossztól függő, a fényelnyelésre jellemző állandó (ún. moláris abszorpciókoefficiens), mértékegysége:  $[\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}]$ ,

$l$ : a küvetta hossza [cm],

$c_i$ : az  $i$ -edik komponens koncentrációja  $[\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$ .

Az összegzést az oldatban előforduló specieszerekre végezzük.

### HO-35.

Hősünk még mindig nem volt nyugodt és arra gyanakodott, hogy az érme tömegének meghatározása során hibát vétett, így hát bekapcsolta a laborban lévő öreg spektrofotométert. Hősünk egy nagyon jól ellátott laborban dolgozik, így talált egy nem olyan rég készített, pontosan  $0,1024 \text{ mol/dm}^3$ -es  $\text{CuCl}_2$  és  $0,1192 \text{ mol/dm}^3$ -es  $\text{NiCl}_2$  oldatot. Először felvette a  $\text{CuCl}_2$  oldat abszorpciókoefficiens spektrumát egy  $1,000 \text{ cm}$ -es kvarc küvetében és feljegyezte néhány hullámhosszon a mért abszorbancia értékeket.

$\lambda / \text{nm}$	260	395	720	815
A	0,6847	0,0110	0,9294	1,428

Ezután a  $\text{NiCl}_2$  oldatnak is megmérte az abszorbanációját ugyanazokon a hullámhosszokon.

$\lambda / \text{nm}$	260	395	720	815
A	0,0597	0,6695	0,3000	0,1182

Az eredeti zöldeskék törzsoldat  $5,00 \text{ cm}^3$ -es részletét  $25,00 \text{ cm}^3$ -re hígította, és megmérte az abszorbanációját. A leolvasott érték  $815 \text{ nm}$ -en  $1,061$  volt, míg  $395 \text{ nm}$ -en  $0,1583$ .

f) *Miért hígította fel az oldatot? Mi az érme összetétele csak a spektrofotometriás eredmények alapján?*

Ezután megmérte az abszorbanációt  $720 \text{ nm}$ -en és ott  $0,7405$ -nek adódott.

g) *Ez az érték összhangban van a korábbi eredményekkel?*

Végül a készüléket  $260 \text{ nm}$ -re állította. Ekkor meglepetésére  $6,000$ -es abszorbanációt mutatott a készülék.

h) *Milyen eredményre számított?*

Elhatározta, hogy megméri az abszorbanációt egy keskenyebb küvetában, egy  $1,00 \text{ mm}$ -es éppen megfelelő volt. A mérés során újra  $6,000$ -ás abszorbanációt kapott.

i) *Magyarázd meg ezt a tapasztalatot és dolgozz ki bizonyítási módszert rá hűsünk már használt vegyszereinek és eszközeinek felhasználásával!*

### Lewis-képletek

A szerkezeti képletek leírására az ún. *Lewis-képleteket* alkalmazzuk. A Lewis-féle képletírás szabályai:

1. megszámoljuk a vegyértékelektronokat,
2. a központi atom köré egyszeres kötésekkel rajzolunk,
3. a terminális atomokon nemkötő párokkal az elektronok számát oktettre egészítjük ki,
4. a maradék elektronokat a központi atom köré helyezzük el,
5. ha a központi atomon még ekkor sincs oktett, többszörös kötésekkel definiálunk,

6. megállapítjuk az atomokon a formális töltéseket – a szétválás minimális legyen.

Megjegyzés: Az alkotó atomok vegyértékhejában maximum annyi elektron lehet, amennyit az atom periódusos rendszerben elfoglalt helye megenged (nem lehet például öt vegyértékű a szén, nitrogén).

### Határszerkezetek

Vannak esetek, amikor egy molekulát nem lehet egyetlen szerkezeti képlettel jellemezni. Ilyenkor a szerkezetleírásra egyszerre több képletet használunk: ezeket *határszerkezeteknek* nevezzük. Külön-külön ezek egyike sem felel meg az ábrázolt molekula valós szerkezetének, csak a megfelelően súlyozott eredőjük ad jó leírást.

Az egyes határszerkezetek egyetlenegy molekulát mutatnak be, nem jelentenek egymásba átalakuló, egymással egyensúlyban lévő szerkezetű molekulák alkotta keveréket. A határszerkezetek írásával kapcsolatos szabályok (rezonancia-szabályok):

1. A határszerkezeteknek egyforma számú  $\pi$ -elektront kell feltüntetniük, amelyeket vagy lokalizált  $\pi$ -kötések vagy magányos elektronpárok formájában írhatunk fel.
2. A  $\pi$ -elektronok különböző lokalizációja mindig azonos és a valóságos geometriának megfelelő  $\sigma$ -vázon képzelhető el. Tehát a határszerkezetek geometriája nem különbözhet egymástól. A határszerkezetek levezetések az elektronok áthelyezése nem érinti az atommagok relatív helyzetét.
3. Elméletileg minden olyan határszerkezet felírható, amely eleget tesz a fenti szempontoknak. Ezeket azonban nem egyforma súllyal kell figyelembe venni a szerkezetek tényleges elektroneloszlásának leírásában. Ha más tényezők azonosak, akkor azok a határszerkezetek szerepelnek nagyobb súllyal, melyek több lokalizált  $\pi$ -kötést tüntetnek fel. (*izovalens* határszerkezetek: azonos számú  $\pi$ -kötést tartalmazó határszerkezetek, *heterovalens* határszerkezetek: nem azonos számú  $\pi$ -kötést tartalmazó határszerkezetek)
4. A túl magas energiaértékű határszerkezetek az alapállapot leírásában elhanyagolhatók (pl. a butadién dipoláris

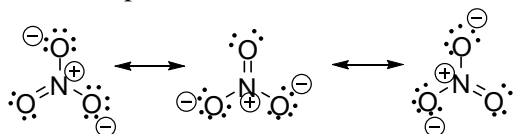


határszerkezetei). Ezért egyre valószínűbbek azok a határszerkezetek, amelyekben az izolált töltéspárok száma egyre nagyobb. Különösen valószínűtlenek azok a határszerkezetek, melyekben azonos töltések egymáshoz közel helyezkednek el.

5. Ha több, nem egyforma energiájú határszerkezetet veszünk figyelembe, akkor a valóságos elektronszerkezet legjobban a legkisebb energiájú határszerkezet elektroneloszlására fog hasonlítani. (pl. 1,3-butadién)
6. Ha több határszerkezet energiája azonos, akkor a valóságos elektroneloszlás a fiktív szerkezetek között van, így jelentősen eltér a határszerkezetektől és energiája is jóval kisebb azoknál. (pl. benzol)

Az egyes határszerkezetek közötti nyíl:  $\leftrightarrow$

Példaként álljanak itt a szerves kémiai ismert nitrátion határszerkezetei Lewis-képlettel felírva:



### HO-36.

A 20. század végéig csak két olyan részecske (egy molekula és egy anion) volt ismert, ami csak nitrogénből áll.

a) *Mi a két részecske tapasztalati képlete?*

1999-ben Christie és munkatársai állították elő az első fentiektől különböző csupa nitrogén szerves specieszt. A szintézis kiindulási anyaga az instabil **A** folyadék, ami egy gyenge, egyértékű sav. **A**-t nátrium sójából (35,36 (m/m)% nátriumot tartalmaz) szabadították fel nagy feleslegben alkalmazott sztearinsavval.

b) *Rajzold fel az **A** vegyület szerkezetét és két határszerkezetét!*

*(Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat!)*

A másik alapanyagot (**B**) egy nitrogén-halogenid *cisz*-izomeréből – ami 42,44 (m/m)% nitrogént tartalmaz – állították elő.

c) *Határozd meg ennek a halogenidnek a tapasztalati képletét! Rajzold fel a *cisz*-izomer Lewis-képletét! Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat!*

Ezt a halogenidet reagáltatták  $\text{SbF}_5$ -tel (ez egy erős Lewis-sav) 1:1 arányban  $-196^\circ\text{C}$ -on. A kapott ionos vegyületet (**B**) három fajta atom alkotja. Az elemanalízis alapján 9,91 (m/m)% N-t és 43,06 (m/m)% Sb-t tartalmaz, továbbá egy kationból és egy anionból áll. Az utóbbi alakja oktaéderes.

- d) *Határozd meg a **B** ionos vegyület tapasztalati képletét!*
- e) *Határozd meg a **B** kationjának tapasztalati képletét, és rajzold fel a Lewis-képletét! Rajzold fel a határszerkezeteket, ha léteznek! Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat! Becsüld meg a várt szerkezetek kötésszögeit!*

A **B** hevesen reagál vízzel. 0,3223 g vegyület reakciója során  $25,54\text{ cm}^3$  ( $101325\text{ Pa}$ ,  $0^\circ\text{C}$ ) egy színtelen, szagtalan nitrogén-oxid keletkezik, ami 63,65 (m/m)% nitrogént tartalmaz.

- f) *Azonosítsd a hidrolízis során keletkező nitrogén-oxidot, és rajzold fel a Lewis-képletét! Rajzold fel a határszerkezeteket, ha léteznek! Jelöld mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat!*
- g) *Írd fel a **B** és a víz között lejátszódó reakció egyenletét!*

A Christie és munkatársai által leírt kísérlet során **A**-t elegyítették **B**-vel  $-196^\circ\text{C}$ -on folyékony hidrogén-fluoridban. A reakcióelegyet három napig rázták egy zárt ampullában  $-78^\circ\text{C}$ -on, végül újra  $-196^\circ\text{C}$ -ra hűtötték. A keletkezett **C** vegyület ugyanazt az oktaéderes aniont tartalmazza, mint **B** és a várt V-alakú kation csak N-atomokat tartalmaz. **C** 22,90 (m/m)% N-t tartalmaz.

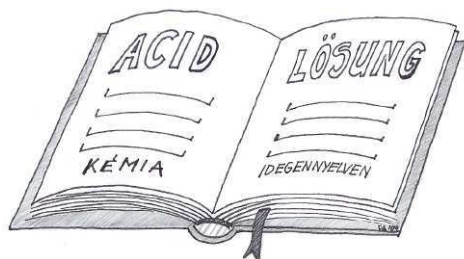
- h) *Határozd meg **C** tapasztalati képletét!*
- i) ***C** kationjának számos határszerkezete képzelhető el. Írd fel ezeket a szerkezeteket, jelölve mind a kötő, mind a nemkötő vegyérték elektronpárokat! Becsüld meg a várt szerkezetek kötés szögeit!*
- j) *Írd fel a **C** képződéséhez vezető reakció egyenletét! Melyik vegyület képződése teszi termodinamikailag kedvezővé a reakciót?*

A **C** kationja nagyon erős oxidálószer. Oxidálja a vizet, a reakcióban két elemi gáz keletkezik. A keletkező vizes oldat csak **B** hidrolízis termékeit tartalmazza.

k) *Add meg **C** hidrolízisének egyenletét!*



# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia angolul Szerkesztő: Sztáray Judit

### Kedves Diákok!

Az mostani számban megtalálhatjátok az idei év utolsó fordításra váró angol szakszövegét.

Sztáray Judit  
szj@elte.hu

**Beküldési határidő: 2008. március 30.**  
**A fordítást a következő címre küldjétek:**  
**KÖKÉL Kémia Idegen nyelven**  
**ELTE Kémiai Intézet**  
**Sztáray Judit**  
**1518 Budapest 112, Pf.: 32**

### Kitűzött fordítási szöveg

#### What are amino acids?

#### Structures and names

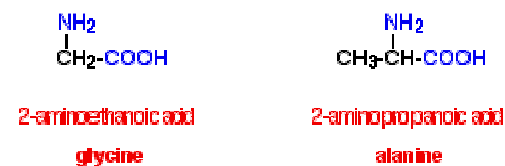
Amino acids are exactly what they say they are! They are compounds containing an amino group,  $-NH_2$ , and a carboxylic acid group,  $-COOH$ .

The biologically important amino acids have the amino group attached to the carbon atom next to the  $-COOH$  group. They are known as **2-amino acids**. They are also known (slightly confusingly) as **alpha-amino acids**.

The two simplest of these amino acids are 2-aminoethanoic acid and 2-aminopropanoic acid.

Because of the biological importance of molecules like these, they are normally known by their traditional biochemical names.

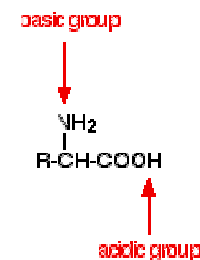
2-aminoethanoic acid, for example, is usually called **glycine**, and 2-aminopropanoic acid is usually known as **alanine**.



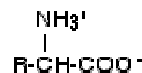
The general formula for a 2-amino acid is: 
$$\begin{array}{c} NH_2 \\ | \\ R-CH-COOH \end{array}$$

where "R" can be quite a complicated group containing other active groups like  $-OH$ ,  $-SH$ , other amine or carboxylic acid groups, and so on. It is definitely NOT necessarily a simple hydrocarbon group!

If you look again at the general structure of an amino acid, you will see that it has both a basic amine group and an acidic carboxylic acid group.



There is an internal transfer of a hydrogen ion from the -COOH group to the -NH<sub>2</sub> group to leave an ion with both a negative charge and a positive charge.



This is called a *zwitterion*.

**a zwitterion**

This is the form that amino acids exist in even in the solid state. Instead of the weaker hydrogen bonds and other intermolecular forces that you might have expected, you actually have much stronger ionic attractions between one ion and its neighbours.

These ionic attractions take more energy to break and so the amino acids have high melting points for the size of the molecules.

There are about eighty amino acids found in nature, but only twenty to twenty-nine are required for human growth. Eight to ten amino acids are considered essential for life. The reason for the classifications of amino acids into "essential" and "non-essential" was to distinguish between those the body could manufacture and the ones that had to come from diet.

**Essential** amino acids are those that must come from the diet. These include: isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan, and valine. Failure to obtain enough of even 1 of the 10 essential amino acids, those that we cannot make, results in degradation of the body's proteins—muscle and so forth—to obtain the one amino acid that is needed. Unlike fat and starch, the human body does not store excess amino acids for later use—the amino acids must be in the food every day.

**Non-essential** amino acids are those that the body can manufacture from an available source of nitrogen and a carbon skeleton. These include: alanine, asparagine, aspartic acid, carnitine, citrulline, cysteine, cystine, GABA, glutamic acid, glutamine, glutathione, glycine, hydroxyproline, ornithine, proline, serine, taurine, and tyrosine. Tyrosine is produced from phenylalanine, so if the diet is deficient in phenylalanine, tyrosine will be required as well.

**Semi-essential** amino acids are ones that can sometimes be made internally if conditions are right. Arginine and histidine can be converted from other amino acids if needed. Methionine can be converted to cystine, but cystine cannot be converted to methionine. Phenylalanine can be converted to tyrosine, but not the other way around. Therefore, when cystine and tyrosine are present in the diet, the requirements for methionine and phenylalanine are reduced. Thus, cystine and tyrosine are sometimes classified as "semi-essential." The liver is able to produce 80% of the amino acids it needs for protein construction, while the remaining 20% must be consumed.

Source:

<http://www.innvista.com/health/nutrition/amino/intro.htm>

[http://www.biology.arizona.edu/biochemistry/problem\\_sets/aa/aa.html](http://www.biology.arizona.edu/biochemistry/problem_sets/aa/aa.html)

html

<http://www.chemguide.co.uk/organicprops/aminoacids/background.html#top>

## VERSENYHÍRADÓ



*Dr. Róka András*

### A XXIV. Bugát Pál Országos Természetismereti Verseny gyakorlati fordulójának feladatai és azok megoldása

Az utazás, a közlekedés bármilyen formája energiaigényes tevékenység. Az ehhez szükséges üzemanyagot többféleképpen próbálják biztosítani. Az egyik lehetőség a bioetanol gyártása, ill. hasznosítása. Ez a módszer azonban csak akkor gazdaságos, ha összekapcsolják a tüzelőanyag-cellás megoldással. Miért?

#### **Feladat:**

Tervezzenek egy minél gazdaságosabb technológiai folyamatot a bioetanol előállítására és üzemanyagként történő hasznosítására, amelynek egyik lépése az etanol erjesztéssel történő előállítása. Az eljárást leírás helyett folyamat ábrával szemléltessék!

#### **Mérés:**

Erjesztési sebesség mérése a cukorkoncentráció függvényében.

A rendelkezésre álló eszközök segítségével határozzák meg, hogy milyen koncentrációjú cukoroldatot érdemes erjeszteni!

#### **Eszközök:**

Gumidugóval és gázkivezető csővel ellátott lombik (fermentor), mérőhenger, vizes üveg- vagy műanyag-kád, főzőpohár és üvegbot (vagy kémcső) az élesztő elkeveréséhez, (saját) óra, táramérleg.

#### **A rendelkezésre álló anyagok:**

1 csomag élesztő, 10, 20, és 30 tömeg%-os cukoroldat.

#### **Segítség:**

A reakciósebességek - erjesztési sebességek - összehasonlíthatósága érdekében célszerű azonos körülmények között dolgozni (azonos hőmérséklet, azonos térfogatok és azonos mennyiségű élesztő).

Az azonos tömegű élesztő mennyiségeket célszerű a főzőpohárban először egy kevés cukoroldattal csomómentesre keverni, majd térfogatát  $100 \text{ cm}^3$ -re kiegészítve a fermentorba önteni.

A fejlődő gáz a lombik falán történő megtapadásának elkerülése végett célszerű a fermentort lassan, de állandóan keverni.

Egy mintával célszerű több párhuzamos mérést is végezni.

#### **További feladatok:**

a/. Ábrázolják egy ábrán a különböző koncentrációjú cukoroldatokban mért erjedési sebességet!

b/. Az optimálisnak tartott koncentráció esetében számítsák ki, hogy mennyi alkohol képződik a kísérlet (mért) ideje alatt!

c/. Határozzák meg, hogy mekkora a töltésváltozás egyetlen etanolmolekula szén-dioxidra és vízre történő elektrokémiai oxidációja esetében.

d/. Számítsák ki, hogy elvileg mekkora áramot biztosítana a tüzelőanyag-elem egyetlen cellája, ha a b/. pontban keletkező alkohol mennyiség ugyanannyi idő alatt „égne el” az elektrokémiai folyamatban!

#### **A feladat megoldása.**

Korunk egyik legnagyobb kihívása a növekvő energiaigény kielégítése a fosszilis energiahordozók mennyiségének csökkenése mellett. A mezőgazdasági termékek, hulladékok energiaforrásként történő hasznosítása (például üzemanyaggá alakítása) az ingyenes és „megújuló” napenergia hasznosítása miatt gazdaságos. A szőlőcukor-származékokból (keményítőtől, cellulózból) történő alkoholtermelés ugyanakkor rendkívül energiaigényes, hiszen az erjesztési termék a belsőégésű motorokban közvetlenül nem égethető el. Ezért a híg oldatot (a pálinkafőzéshez hasonlóan) desztillálni kell. Az elektrokémiai eljárások fejlődése azért kínált fel új lehetőséget, mert a „modern” galváncellák, a tüzelőanyag-elemek az alkohol híg vizes oldatával működnek. Így nemcsak nem kell desztillálni, hanem az energia-átalakítás is a legjobb hatásfokú. A bioetanol üzemanyagként történő hasznosítása tehát a korábban egymástól független programok – eljárások egymásra építésével válik igazán gazdaságossá (ld. 1. folyamat-ábra). Elképzelhető, hogy egy jármű cukor oldatot tankol, amiből az erje-

dés folyamatosan alkoholt termel. Az élesztő gombáktól megszárt alkoholos oldat azonnal a tüzelőanyag-cellába kerül, ami (környezetkímélő) elektromotort hajt meg, az élesztő pedig újra hasznosítható.

A tüzelőanyag-cellák felépítésüket tekintve jobban hasonlítanak a kondenzátorokhoz, mint a klasszikus cink-karbon elemekhez. A platinából készült, filmszerű elektródák a fegyverzetekhez hasonlóan nagy felületűek, és az egyik leglassúbb elemi folyamat, a diffúzió szerepének csökkentése érdekében nagyon közel helyezkednek el egymáshoz. Ezeket az oxidációs és redukációs elemi lépések térbeni elválasztása céljából egy nafionnak nevezett polimer membrán választja el egymástól, aminek az a különleges tulajdonsága, hogy csak a hidrogénionokat (protonokat) engedi át. Ennek a membránnak a kifejlesztése tette lehetővé a tüzelőanyag-elemek alkalmazását, ill. elterjedését.

A platinafelületen megkötődő alkohol molekulák (adszorpció) kezdetben az oxigénatomon keresztül veszíthetnek elektronokat (oxidációs elemi lépés), melyek a külső áramkörön keresztül jutnak a másik platinán kötődő oxigénrészecskékre (redukációs elemi lépés). Az elektronhiányos alkoholszármazék hidrogénionok leadásával szabadul meg töltésfeleslegétől, melyek a nafion membránon áthatolva a másik elektródon, az oxigénmolekulákból átmenetileg képződő negatív töltésű részecskével végül vízmolekulákká egyesülnek. Ahhoz, hogy az alkoholemolekulákból szén-dioxid képződhessen, az átmeneti termékeknek oxigénatomokat kell felvenniük. Ezek a közeg vízmolekuláitól származnak. Az átmenetileg pozitív töltésűvé váló szénatomok (elektrofil karbokationok) kötést létesítenek a vízmolekulák oxigénatomjával (nukleofil reagens), és a pozitív töltésfelesleg újra, de most már a vízmolekuláktól származó hidrogénionok formájában válik le.

#### Mérés:

Az erjesztési sebességet a fejlődő szén-dioxid térfogatának mérésével követtük. A szén-dioxidot vízzel telt mérőhengerben fogtuk fel. A szén-dioxid oldódását az elegendően hosszú (műanyag) gázvezető cső gázterbe történő felvezetésével lehetett kivédeni (Néhány csapat erre rá is jött.) Mivel a mérés kivitelezése a versenyzők találékonyságára volt bízva, a csapatok egyharmadának segítséget kellett nyújtani. A helyesen kivitelezett mérés esetén egy-egy cukorkoncentráció esetén állandó gázfejlődési sebességet tapasztalhattak a versenyzők

A fejlődő szén-dioxid térfogatának az idő függvényében történő ábrázolá-

sa egy lineáris függvényhez vezet. Érdekes (reakciókinetikai, enzimkinetikai) jellemzője az erjedésnek, hogy a cukorkoncentráció növelésével kezdetben nő, majd kb. a 20 tömeg %-os összetételtől kezdődően állandósul a reakciósebesség. A függvények ábrázolásakor a 10 és 20 tömeg %-os összetételnek megfelelő egyeneseknek különböző a meredeksége, míg a 20 és 30 tömeg %-os összetételnek megfelelő egyenesek meredeksége (közel) azonos. A további feladatok szempontjából tehát a 20 tömeg %-os oldat tekinthető az optimális koncentrációnak.

A cukorkoncentráció és az alkalmazott élesztő mennyiségétől függően 50-100 cm<sup>3</sup> szén-dioxid fejlődött 5 perc alatt. 0,1 dm<sup>3</sup> szén-dioxid anyagmennyisége szobahőmérsékleten és 0,1 MPa nyomáson 0,1 dm<sup>3</sup>/24,5dm<sup>3</sup>/mol = 0,004 mól. A reakcióegyenlet alapján látható, hogy a képződő szén-dioxid és alkohol anyagmennyiségének aránya 1:1.



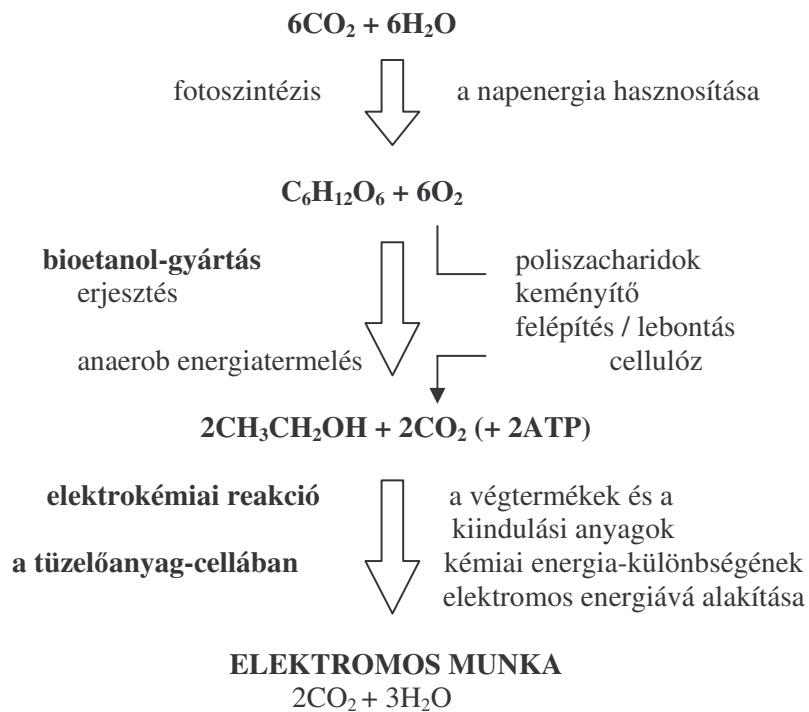
Vagyis 100 cm<sup>3</sup> (0,004 mól) szén-dioxid mellett 0,004 mól etanol keletkezik.

Az etanol molekulában -3 és -1 a szénatomok oxidációs száma, a szén-dioxidéban +4. Az oxidációs szám-változás összesen 12, ami molekulánként 12 darab, mólonként 12 mól elektron transzportját jelenti. Ez töltésben kifejezve 12F (coulomb) = 12 · 96500 C-nak felel meg. Ha a 0,004 mól etanol 5 perc = 300 másodperc alatt „égne el” a tüzelőanyag-cellában, akkor az elektrokémiai reakció  $I = Q/t = 0,004 \cdot 12 \cdot 96500 / 300 \text{ A} = 15,44 \text{ A}$  erősségű áramot termelne.

## 1. folyamatábra:

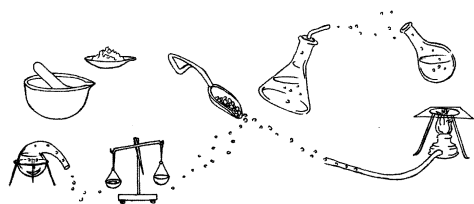
2.

A folyamatok „szimbiózisa” a bioetanol tüzelőanyag-cellákban történő hasznosítása során.





## „Határtalan kémia...”



Dr. Szalay Luca

### „Zöld” kémiaóra

Kesergő vegyészek és kémiatanárok gyakori panasza, hogy manapság rossz a kémia „PR”-ja, azaz nem előnyös a kémiáról a közvéleményben kialakult kép. (N.B.: Várom azok segítségét, akik már megtalálták az angol „public relations” szabatos és pontosan megfeleltethető magyar változatát!). Hiszen tudjuk: míg egy halálos autóbaleset után senkinek sem jut eszébe a fizikát hibáztatni, egy vegyipari üzemben bekövetkező robbanást vagy környezetszennyezést azonnal a kémia rovására írják az emberek. Mi pedig bizonygathatjuk napestig, hogy a kémia nem is feltétlenül bűdös, hiszen egyrészt például az összes illatos tisztítószert, kozmetikumot, parfümöt stb. is vegyészek kísérletezik ki, másrészt e tudomány művelői közül sokan életük javarészét szagtalan műszerek, számítógépek és vegyi berendezések társaságában töltik. Az akut mérgezések, vagy hosszú távú környezetszennyezés végső oka sem a kémia, hanem mi magunk, akik sokszor tudatlanul, óvatlanul, de mindenképpen egyre növekvő mennyiségben használjuk a vegyipar különféle termékeit.

Ahhoz azonban, hogy az átlagember ne bűnbakként tekintsen a kémiára és a vegyészekre, hanem bizalommal viseltesen irántuk, s tőlük remélje a jelenlegi - valóban sok szempontból áldatlan - helyzet megoldását és a szebb jövőt, a kémiatanároknak sokat kell tenniük. Nemcsak a környezet-tudatos magatartással és a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos elméleti és gyakorlati tudnivalók átadására gondolok, hanem annak demonstrálására, hogy odafigyeléssel és felelősségteljes magatartással a környezetterhelés jelentősen csökkenthető, vagy éppen megszüntethető.

Ismeretes, hogy ez a megelőzési stratégia a zöld kémia legfontosabb alapelve, mely szerint ha egy szennyező anyag nem keletkezik, akkor nem is okozhat környezeti problémát [1]. A zöld kémia - aminek 1999 óta a Royal Society of Chemistry gondozásában „Green Chemistry” címmel megjelenő saját folyóirata [2] is van -, nem egyszerűen egy rendkívül divatos téma (ld. például [3] és [4]), és nemcsak új, környezetkímélőbb vegyipari szintéziseket dolgoz ki, hanem **egy szemléletmód**, amit mindannyiunknak el kell sajátítania.

Ennek demonstrálása kémiaórán a legegyszerűbben úgy történhet, hogy a kémiatanár saját maga mutat jó példát, miközben kísérletezik, vagy a diákokkal végeztet tanuló kísérletet.

Gondoljuk végig, milyen alapelveket kell ilyenkor szem előtt tartanunk!

1. Minden anyagból csak a **minimálisan szükséges mennyiséget** használjuk, amivel a kísérlet az adott körülmények között még meggyőző eredménnyel bemutatható! Megfontolandó, hogy az anyagok tulajdonságainak és reakcióinak vizsgálatához minden esetben szükséges-e az ismert praktikumokban megadott mennyiség és koncentráció, vagy esetleg kevesebb anyag, ill. hígabb oldat is elegendő. Tanári kísérletnél 30-50 cm<sup>3</sup> folyadék színe (ha megfelelő módon tartjuk) az osztály legtávolabbi pontjáról is éppoly jól látható, mint több száz köbcentiméteré. A gázokkal végzett kísérletekhez általában elegendő a Kipp-készülék vagy normál méretű gázfejlesztő helyett a fecskendő módszerrel előállított mennyiség is. Sok esetben előnyös tanuló kísérletet végeztetni. Ilyenkor nagyon kevés anyag felhasználásakor is jól látja a diák a kísérlet eredményét, s összességében a tanári kísérletnél kevesebb hulladék képződik (pl. a félmikro méretekben vagy fehér csempén, esetleg festőpalettában vagy szűrőpapíron végzett cseppkísérletek esetén). Ráadásul a tanuló kísérlet sokkal élményszerűbb, hiszen a diáknak aktív szerepet biztosít a tanórán. Remélhetőleg a nem túl távoli jövőben megjelennek majd az átlagos kémiaórákon a kis méretekben végzett és videokamera segítségével kivetített kísérletek is. Minden esetben hangsúlyoznunk kell, hogy ezzel a magatartással a fölösleges mennyiségű hulladék keletkezését szeretnénk elkerülni.
2. Találékonyan **helyettesítenünk kell az olyan anyagokat, amelyek használatát az iskolákban jogszabályok tiltják**. Ez a lista sok ké-

miatanár számára túlzónak tűnhet, és ki tudja, talán lesznek is még ezzel kapcsolatban változások, de addig nem tehetünk mást, mint hogy megpróbálunk valami egyebet használni az így kieső vegyszerek helyett. A jó példának a tiltott szén-tetraklorid vagy kloroform helyett benzinben is lila színnel oldódik. Természetesen ilyenkor is meg kell említeni, hogy miért történt a hagyományos vegyszer cseréje, s kihasználni az alkalmat arra, hogy elmondjuk: a vegyi gyárakban dolgozó szakemberek is pontosan arra törekednek, hogy a nagyon környezetszennyező anyagokat veszélytelenekkel, vagy könnyen ártalmatlaníthatókkal helyettesítsék.

3. Ha mégis **mérgező anyaggal** dolgozunk, vagy ilyen keletkezik, akkor feltétlenül tegyük meg a **szükséges óvintézkedéseket!** Hosszú távon nem kamatozik annak a kémiatanárnak a „vagánysága”, aki az ujjával fogja be összerázáskor a kémcsövet és a legveszélyesebb kísérletekhez se használ védőfelszerelést, mert ez csak az „őrült vegyész” képzetét erősíti a gyerekekben. A vegyi fülke hiánya persze nagyon megnehezíti sok kémiatanár életét. Ilyenkor valóban kompromisszumokat kell kötni, s kigondolni, mely kísérletek végezhetőek el mégis pl. nyitott ablaknál, vagy az udvaron. A felelős magatartásra azonban itt is mindig rá kell mutatnunk, persze a veszélyeket sem túlhangsúlyozva, nehogy fölösleges riadalmat keltsünk.
4. A **keletkező hulladékok**ról lehetőség szerint mondjuk el, hogy mit fogunk tenni velük. Például, amikor fémekkel savakból vagy lúgokból gázt fejlesztünk az elreagálatlan fémdarabot csipesszel emeljük ki, vízzel öblítsük le és így szárítás után újra felhasználhatjuk. A savas természetű mérgező anyagokat lúgban, a bázikus természetűeket savban nyeletjük el. A savak és lúgok egymással semlegesíthetők, illetve nagy hígításban a csatornába önthetők. Gondoskodjunk a nehézfém-sók, halogénmentes és halogénezett szerves anyagok jogszabályok által előírt gyűjtéséről és megsemmisítéséről [5]! Magyarazzuk el a diákoknak, hogy pontosan miért van erre szükség, s miért nem lehet ezeket a szennyvíz elevezető csatornába juttatni.

Példát tehát akkor mutatunk a diákjainknak, ha ez a „zöld” szemléletmód nemcsak szavainkat, hanem cselekedeteinket is áthatja. Fontoljuk meg, hogy mit olvasnak ki a gyerekek egy lezser mozdulatból, melynek nyomán a lefolyóba vagy a kommunális szemétbe kerül valamilyen veszélyes hulladék! Hány meg hány környezetvédelemről szóló beszélgetés hatását

rombolhatja ez le? Ugyanakkor, ha a kémiatanár gondosan jár el, és felelős magatartást sugároz, akkor a diákok is könnyebben elhiszik majd, hogy így dolgoznak a kémiával foglalkozó emberek, s hogy tőlük is ilyen viselkedést vár el a társadalom.

Az ELTE Kémiai Intézetében ettől a félévtől már nemcsak elméletben tanulhatnak a hallgatók a zöld kémiáról, hanem ilyen tárgyú laboratóriumi gyakorlatokat is végezhetnek [6]. E laboratórium általános és középiskolai tanárok és diákok számára is nyitott, az adott kísérleteket az érdeklődők saját maguk is elvégezhetik. Ehhez az alább megadott weboldalon [6] lévő elérhetőségeket használva lehet bejelentkezni az oktatóknál, s egyeztetni a látogatás időpontját.

#### Irodalomjegyzék:

- (1) Horváth István Tamás: Zöld kémia  
<http://greenchemistry.chem.elte.hu/templates/hu/lectures/A%20vegypar%20strategiai%20kerdesei.pdf>
- (2) Zöld kémia folyóirat (angolul):  
<http://www.rsc.org/Publishing/Journals/gc/index.asp>
- (3) A zöld kémiáról angolul:  
<http://www.chemsoc.org/networks/gcn/educate.htm>
- (4) Zöld kémia a Sulineten: <http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kidj/0/11563/3>
- (5) Hulladékelszállítás rendelhető például: <http://www.kszgyysz.hu/palota.htm>
- (6) Zöld kémia laboratóriumi gyakorlatok:  
<http://www.kemtech.net/zoldklabor/zoldklabor.htm>

(Az utolsó látogatás dátuma minden fentebb felsorolt weboldal esetében: 2008. febr. 13.)

Dr. Szalay Luca  
ELTE Kémiai Intézet  
[luca@chem.elte.hu](mailto:luca@chem.elte.hu)

# MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékletként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4010 Debrecen, Pf. 66. E-mail: tothzoltandr@yahoo.com, Telefon: 06 52 512 900 / 22581-es mellék.

**Dr. Forgács József**

## Kémiai problémák, II.

A következőkben olyan érdekes kémiai feladatokat, problémákat adunk közre, amelyek megoldásához nemcsak a kémiai ismeretek, hanem flexibilis gondolkodás is szükséges. Ezek a feladatok alkalmasak lehetnek különböző versenyeken és vetélkedőkön a tanulók problémamegoldó gondolkodásának mérésére és fejlesztésére egyaránt.

A feladatokat három részben közöljük, a megoldásokat mindig a feladatsor után lehet olvasni.

### 2. Szerves kémiai feladatok

25. Melyik az a paraffin-szénhidrogén, amelyik előfordul egy Fülöp-szigeteken termelt kókuszdióban? A diót a bennszülöttek petróleumdiónak nevezik és fűtésre használják!
26. Létezik-e olyan szénhidrogén, amelynek 60 tömeg%-a szén?
27. Mi a szerkezeti képlete annak az oktánizomernek, amely:
  - a) ultraibolya fény jelenlétében klórozva csak egyfajta monoklórszármazékot eredményez?

- b) brómozáskor gyakorlatilag tercier monobromidot ad?
28. Írjuk fel a szerkezeti képletét annak a  $C_6H_{10}$  összegképletű vegyületnek, amely egy mól brómmal  $C_6H_{10}Br_2$  terméket ad, ezt brómacetonná lehet oxidálni!
29. Mi a szerkezeti képlete annak a  $C_6H_{12}$  összegképletű vegyületnek, amely:
  - a) elszínteleníti a brómos vizet;
  - b) vízzel hidratálva harmadrendű alkohol keletkezik;
  - c)  $CrO_3$ -dal való oxidációja acetont és propánsavat eredményez?
30. Természetes kaucsokot ózonnal oxidálnak, majd a keletkező ozonidot hidrolizálják. Milyen termékeket kapnak?
31. A buta-1,3-dién termikus polimerizációjakor a nagymolekulájú polimer mellett egy ciklikus dimer is keletkezik. A dimer szerkezetének megállapítására elvégezték az alábbi kísérleteket, amelyek eredményét az alábbiakban lehet összefoglalni:
  - a) a vegyület hidrogénezésekor etilciklohexán keletkezik,
  - b) egy mól dimer két mól brómmal lép reakcióba,
  - c) a dimer erőteljes oxidációjakor karboxiladipinsav keletkezik.
 Írjuk fel a dimer szerkezeti képletét!
32. Milyen vegyületek keletkeznek az alábbi anyagok vizes oldatának elektrolízisekor: a) nátrium-acetát; b) borostyánkősav nátrium sója.
33. Írjuk fel az összes lehetséges  $C_3H_6O$  összegképletű vegyületek szerkezeti képletét! A vegyületek között van egy aldehid (A) és egy keton (B) is.  
Milyen vegyületből lehetne ezt a két vegyületet (A) és (B) egymás mellett egy reakcióval előállítani?
34. Írjuk fel a  $C_4H_{11}N$  összegképletű aminok összes lehetséges szerkezetét és nevezzük el a kapott vegyületeket! Állapítsuk meg, hogy közülük melyik a legbázikusabb tulajdonságú!
35. Írjuk fel azon észterek szerkezeti képletét, amelyek az öt szénatomszámú telített monokarbonsavak és a négy szénatomszámú telített elsőrendű alkoholok reakciójakor keletkeznek!
36. Egy  $C_3H_7OBr$  összetételű (A) vegyület a következő séma alapján alakítható át:

