

Hogyan működik?

*Kísérletek középiskolás diákoknak, szülőknek, felnőtteknek
hétköznapi és kevésbé hétköznapi anyagokkal*

**Szegedi Tudományegyetem
Orvosi Vegytani Intézet
Fizikai Kémiai Tanszék**

**Kutatók Éjszakája
2009. szeptember 25, 19.00-23.00**

MESSER 

Magyar Kémikusok Egyesülete
Csongrád Megyei Csoportja

SIGMA-ALDRICH®

© Kovács Lajos, 2009

1. Kólazuhany



2008 április 25, Leuven, Belgium,
világrekord: 1500 palack diétás
kóla és Mentos-cukorkák...

- Diétás kóla és Mentos cukorka egymásra hatásából nagy mennyiségű szén-dioxid képződik, a kóla hevesen kihabzik
- A jelenség okai:
- A Mentos-drazsék felületének érdekessége
- A diétás kólában használt aszpartám édesítőszer, a kálium-benzoát tartósítószer és a Mentosban található gumiarábikum felületfeszültség-csökkentő hatása
- A jelenség szabatos vizsgálata: T. S. Coffey, *Am. J. Phys.*, 2008, **76**, 551-557.
- <http://www.stevespanglerscience.com/product/2072>



2. A szénsavas ásványvizek kémhatása

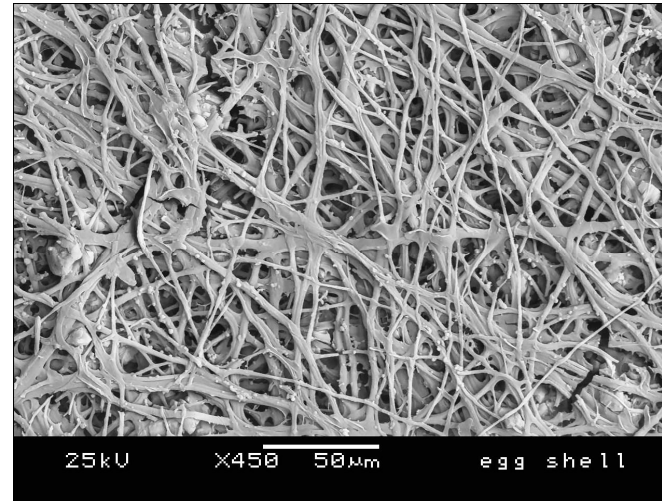
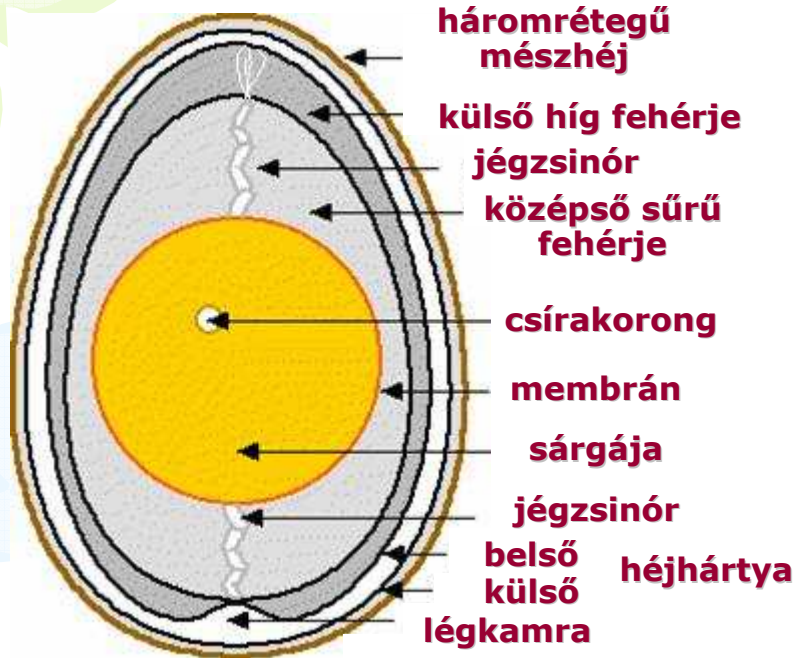
- A szénsavas ásványvizekben jelenlevő szén-dioxid mindenki számára ismert. A gáz mennyiségét különböző hőmérsékleten olyan indikátorokkal is ki tudjuk mutatni, amelyek színváltozása éppen egybeesik a szénsav okozta savasság változásával
- <http://asvanyviz.lap.hu/#b11261696>
- H. W. Roesky, K. Möckel: Chemical curiosities, VCH, Weinheim, 1996, 129. o.



Különböző ásványvizek szén-dioxid-tartalma (g/liter)

Balfi, dús	5
Coop, dús	4
Coop, enyhén dús	2
Mizsei, dús	4
Primavera	3
Visegrádi, dús	3
Verde	4

3. Tojásfőzés - másként



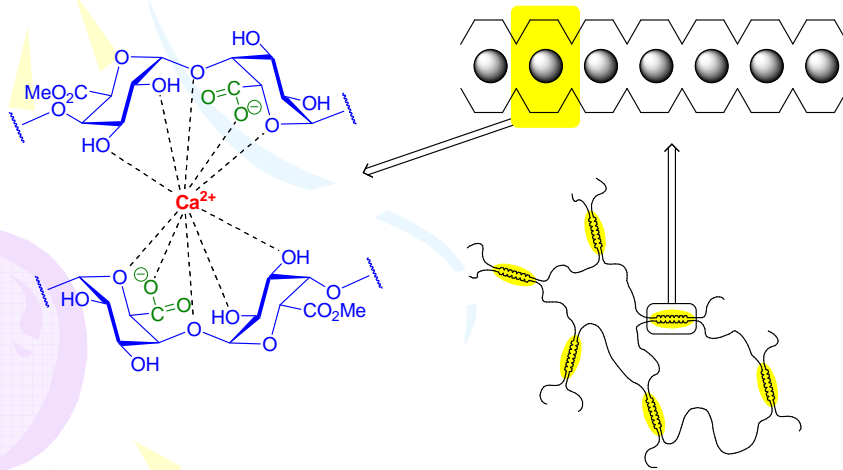
A tojáshéj szerkezete pásztázó elektronmikroszkóp alatt (450x nagyítás)

- A tojáshéj szárazanyagtartalmának a 95%-a kalcium-karbonát (mészkő), a maradék fehérje és szénhidrát. A kalcium-karbonát pl. sósavval elbontható a tojáshéjből, a visszamaradó rugalmas héjhártya féligáteresztő tulajdonságú, amelyen a sósav áthatolva kicsapja a tojás fehérjéit

<http://iaq.dk/image/eggshell.htm>

<http://blog.khymos.org/2009/04/09/towards-the-perfect-soft-boiled-egg/>

4. Hidrokolloidok viselkedése



- Az élelmiszeriparban használt számos adalékanyag között különösen érdekesek a zselésítő anyagok, melyek közül a leggyakrabban az alginsavat és sóit használják (E400-404).
- Az **alginsavak kalciumsói vízben rosszul oldódnak** és nagyon stabil géleket eredményeznek, amelyek akár a forró vizgőzt is kibírják (az alsó ábrán a rokon pektinek kalciumsójának tojásdobozszerű szerkezete látható)
- A kísérletben különféle színes italokat csomagolunk be apró, kaviárszerű golyókba, amelyeket meg lehet kóstolni
- <http://blog.khymos.org/2007/03/>
- <http://blog.khymos.org/2006/09/17/video-on-alginates/>



5. Folyékony nitrogénbe mártott tárgyak viselkedése



- A folyékony nitrogén hőmérséklete $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ilyen körülmények között a legtöbb tárgy másként viselkedik, mint ahogyan megszoktuk. Számos rugalmas és puha tárgy (gumi, virágok, gyümölcsök stb.) merevvé, törékennyé válik.
- H. W. Roesky, K. Möckel: Chemical curiosities, VCH, Weinheim, 1996, 236. o.
- <http://www.ilpi.com/genchem/demo/liquidnitrogen/index.html>



6. A melegítőpárna



- A **nátrium-acetát** az ecetsav sója, szinte minden, gyümölcsből, vagy erjesztés útján készült élelmiszerben természetes úton megtalálható, ízfokozóként, tartósítószerként (E262) is alkalmazzák. Tútelített oldatának **kristályosodása jelentős hőtöbblettel jár**, melegítőpárnákban használják.
- Rózsahegyi Márta-Wajand Judit: *Látványos kémiai kísérletek*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999, 45. o.



7. Kobalt- és nikkelsók elválasztása

- A rózsaszínű kobalt(II)- és zöld színű nikkel(II)-sók vizes oldatát összekeverve egy szürkés oldatot kapunk.
- Ha kálium-rodanidot adunk hozzájuk, majd a közismert acetonhoz hasonló butanonnal osszerázzuk, két egymással kevésbé elegyedő fázist kapunk, amelyben a kobaltsók színe jelentősen megváltozik
- H. W. Roesky, K. Möckel: Chemical curiosities, VCH, Weinheim, 1996, 108. o.

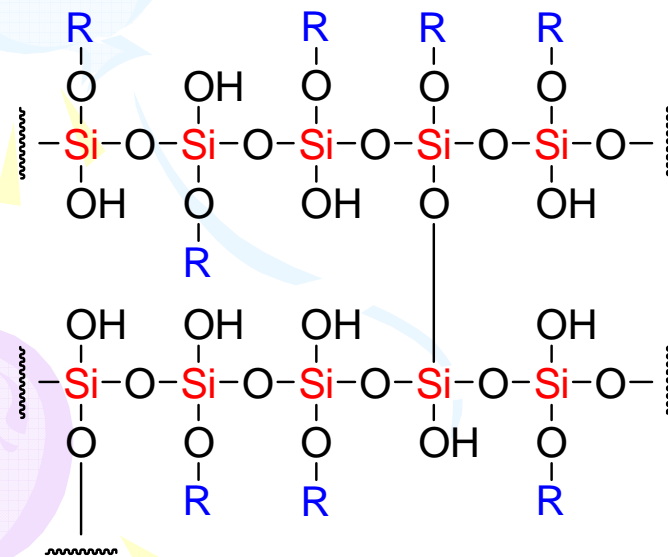


8. Olajfelítató készlet

- A kiömlő olajfoltok a leggyakoribb környezetszennyezési problémák közé tartoznak. A vízzel nem elegyedő és a felszínen úszó olajfoltok eltávolításához dolgoztak ki olyan anyagokat, amelyek képesek az olajat megkötni és így össze lehet gyűjteni, majd elégetni
- A bemutatott anyag polimer szerkezetű, azaz óriási láncmolekulák halmaza, amely különösen **kedveli az olajat, míg a vizet taszítja**
- A kísérletben pirosra színezett dieselolajat itatunk fel
- <http://www.stevespanglerscience.com/product/1265>



9. Szilikonlabda



- A mindennapi életben használt nagyon sok féle szilikon egyszerűbben elő lehet állítani, mint gondolnánk.
- Az építőiparban is használt vízűveg alkoholos kicsapásával szilikonok keletkeznek, amelyek a térhálósodás mértékétől függően meglehetősen rugalmasak. A keletkező szilikon az erősen lúgos vízűveg-oldat feleslegének kimosása után gumikesztyűvel kézbevehető és megvizsgálhatjuk tulajdonságait.
- A kiinduló oldat lúgos kémhatása különböző indikátorokkal kimutatható (a képen egy fenolftaleines labda látható)
- <http://www.unitednuclear.com/superball.htm>

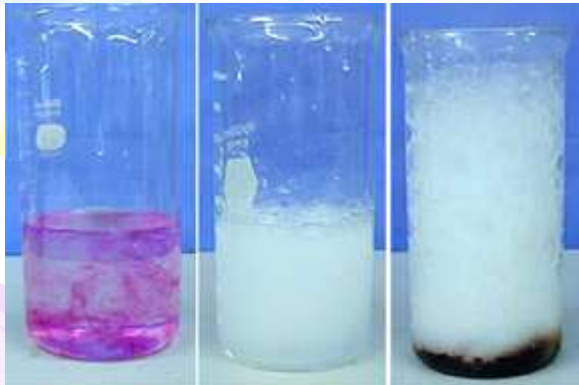


10. Hidrogén-peroxid és kálium-permanganát reakciója

- Hidrogén-peroxid és a kálium-permanganát elképesztő hevességgel reagál egymással **oxigén**, **kálium-hidroxid** és **forró vízgőz** képződése közben:
$$2 \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2 \text{MnO}_2 + 2 \text{KOH} + 2 \text{O}_2$$
- A reakciót megszelídített formában mutatjuk be permanganát-oldattal és lassan adagolt hidrogén-peroxiddal, a fejlődő **oxigént** felfogjuk és égő hurkapálcával mutatjuk ki
- H. W. Roesky, K. Möckel: Chemical curiosities, VCH, Weinheim, 1996, VCH, Weinheim, 1996, 88. o.



11. Az elefánt fogkrémje

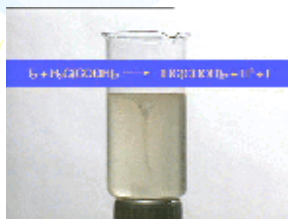
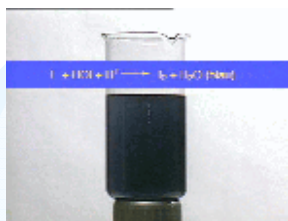


- A hajszőkítéshez, fertőtlenítéshez használt hidrogén-peroxid számos anyag jelenlétében bomlik (pl. vas- és jodid-ionok, élesztő stb.):



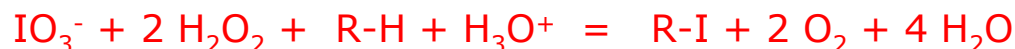
- A folyamatot még látványosabbá tehetjük mosogatószer hozzáadásával
- Néhány kontaktlencsztisztítóban szintén a hidrogén-peroxid vas-katalizálta bomlását használják ki
- <http://www.youtube.com/watch?v=OEUpqfX6Y&NR=1&feature=fvwp>
- <http://video.netscience.de/video/254/Elfantenzahnpasta>

12. MÉRJÜK MEG AZ IDŐT EGY KÉMIAI ÁTALAKULÁSBAN! 1. JÓDÓRA



- A kémiai reakciók legnagyobb részénél a reakció során a reagáló anyagok koncentrációja monoton csökken mindaddig, amíg a rendszer el nem éri az egyensúlyi állapotot. Vannak azonban olyan reakciók is, melyeknél bizonyos körülmények között a kiindulási állapotból a végállapotig terjedő folyamatban egyes közttermékek koncentrációja periodikusan változik. Néhány esetben a ritmikus változás időbeli oszcilláció, esetleg térbeli koncentrációváltozás alakjában jelenik meg. Az ún. jódóra-kísérletben színváltozás jelzi az **időbeli oszcillációt**.

- A reakcióelegy összekeverése után a színtelen oldat nagyon gyorsan sárgásbarnává válik, majd átvált kékbe (ez a jód keményítőkomplexe), kis késéssel gázfejlődést is észlelünk. A kék-barna szín periodikusan váltakozik, és mintegy 15 percig tart. A reakció végére oldatunk inhomogénné válik és elsötétül. A reakció komplex, részleteiben még nem teljesen tisztázott. Attekinthető a nettó reakció:



- R-H a fenti egyenletben malonsavat jelent, de a Briggs-Rauscher reakció nem kötődik a malonsavhoz, más szerves vegyületekkel is működik.
- Az oldatban a reakció során a jód- és jodid-ion koncentráció periodikus ingadozása figyelhető meg. Mindkét oszcilláció között fáziseltolódás van. I_2 és I^- képződik, ezek felelősek az oldat színváltozásáért.
- A következő táblázatban felsoroljuk a mindenkor színek változásainak feltételeit:

jódkoncentráció	jodidkoncentráció	szín
kicsi	tetszőleges	színtelen
nagy	kicsi	barna
nagy	nagy	kék

- <http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidw/0/5822/oszcil.htm>
- H. W. Roesky, K. Möckel: *Chemical curiosities*, VCH, Weinheim, 1996, 264. o.

13. Liftező nátrium

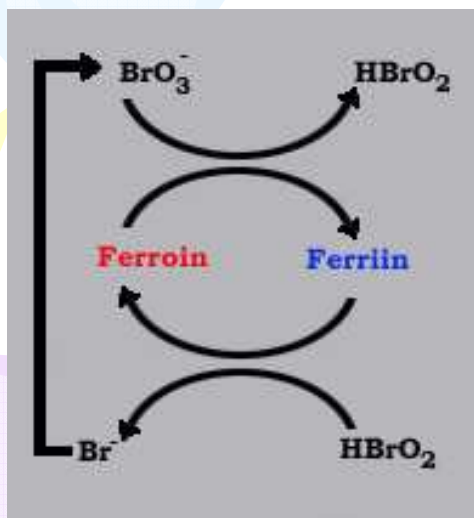
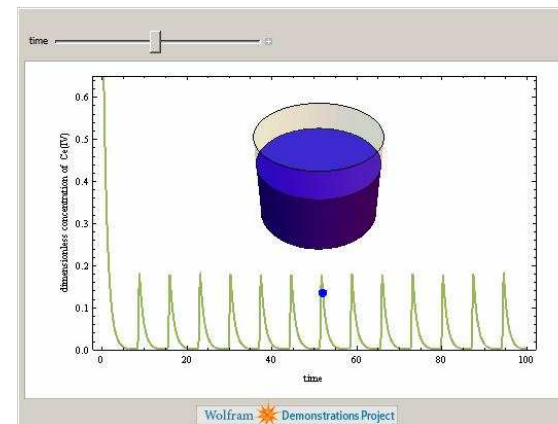
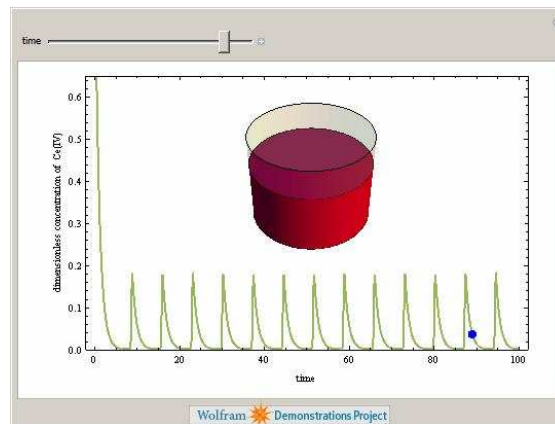
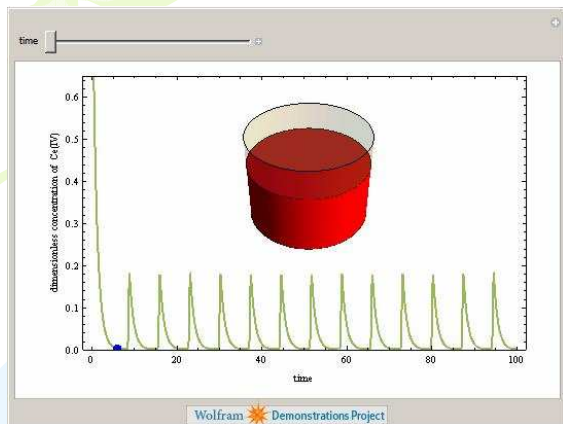


- A fémnátrium nagyon hevesen reagál vízzel hidrogénfejlődés közben:



- Ha a víz fölé benzint vagy hexánt rétegezünk, akkor a gázbuborékok magával ragadják a fémet, majd a hidrogén távoztával ismét lesüllyed a nátrium, ahol a vízzel érintkezve újra indul a gázképződés
- A keletkező lúg jelenlétét indikátorokkal, pl. **fenolftaleinnal** tudjuk kimutatni
- Ez az elrendezés lehetővé teszi a lejátszódó reakció ciklikus, mechanikus lassítását
- <http://www.youtube.com/watch?v=qhHaIKUhTsQ>

14. Mérjük meg az időt egy kémiai átalakulásban! 2. Zöld-kék-vörös reakció



- Az **oszcillációs reakciók** másik klasszikus példája a **Belousov-Zhabotinsky-reakció**, amely cérium(IV)-ammónium-nitrát jelenlétében játszódik le. Az itt bemutatott változatban a színváltozást a köztitermékként megjelenő bromit és bromát ionok ferriin redox indikátorra történő hatása okozza.
- H. W. Roesky, K. Möckel: *Chemical curiosities*, VCH, Weinheim, 1996, 258. o.
- http://www.ux.uis.no/~ruoff/BZ_Phenomenology.html

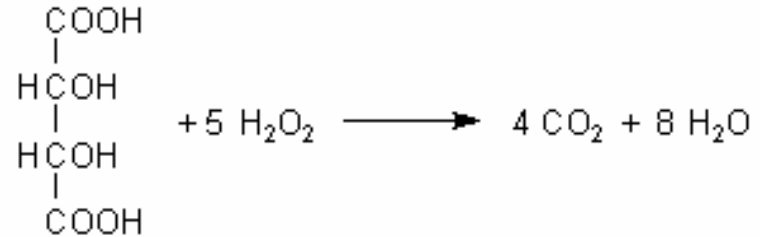
15. Rózsaszínű katalizátor



Co(II)

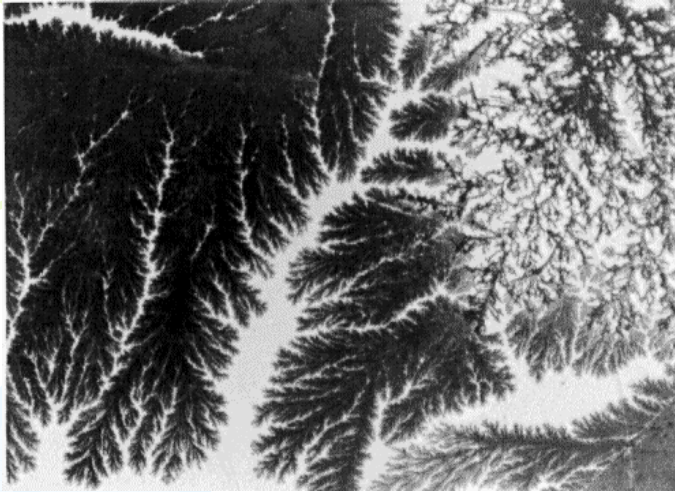


Co(III)



- A kedvelt oxidálószer, a hidrogén-peroxid segítségével még a borkövet is el tudjuk roncsolni
- A reakciót kobalt(II)-sók gyorsítják.
- A fenti katalitikus hatás nem jelenti azt, hogy a reakcióban mindvégig változatlanul van jelen a kobalt, köztiterméként zöld színű kobalt(III)-sókat figyelhetünk meg. A reakció végén viszont ismét kobalt(II)-sókat látunk.
- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/katalyse/vkat-008.htm>

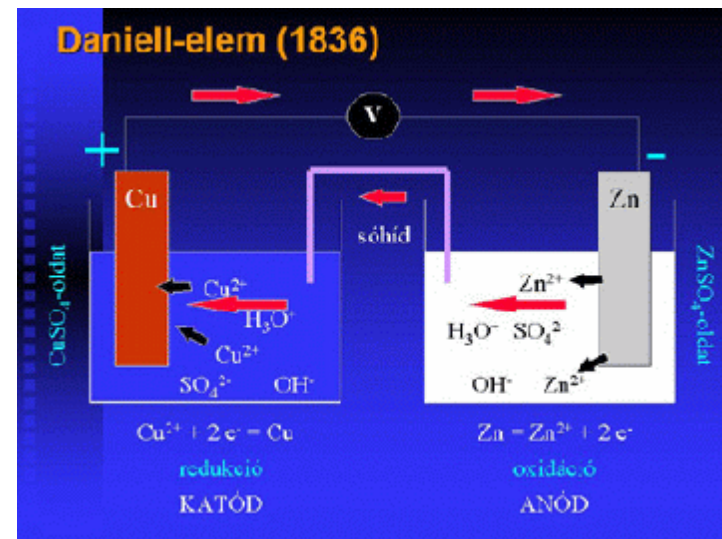
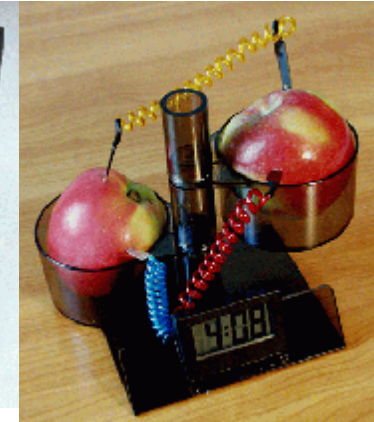
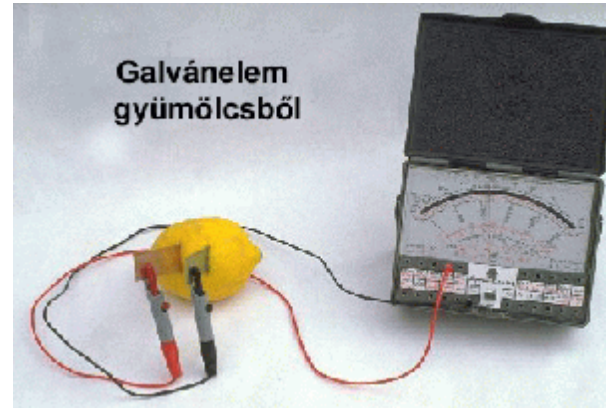
16. Ezüst-fraktál



- Az elektromos áram és kémiai átalakulások kapcsolata sokrétű. Az egyik ilyen alapvető kapcsolat az **elektromos áram hatására bekövetkező kémiai átalakulás (elektrolízis)**, amely számos fém előállításának módszere. Ha egy ionokat tartalmazó oldatba egyenáramot vezetünk, a két póluson (elektródok) eltérő reakciók játszódnak le. A katódon redukció, pl. fémézüst kiválása:
- $$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + e^- = \text{Ag} + 2 \text{NH}_3,$$
- az anódon oxidáció, pl. oxigén-fejlődés:
- $$4 \text{OH}^- = 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4 e^-$$
- Az alkalmazott nagy bontófeszültség (22 V) következtében a kiváló **ezüst** gyorsan növekvő fa alakját ölti az oldat és a levegő határfelületén.
- A kísérletben az elektródok szerepét gémpapírok játsszák.
- H. W. Roesky, K. Möckel: Chemical curiosities, VCH, Weinheim, 1996, 7. o.

17. Elektromos áram gyümölcsökből?

- Két különböző tulajdonságú fémet (pl. **réz** és **cink**) megfelelő oldatba merítve, köztük **elektromos áram** termelődhet, ez a galvánelemek és akkumulátorok működésének alapja. A kísérleteinkben ez a közvetítő közeg a gyümölcsök nedve, de a ténylegesen végbemenő **átakulás a fémek között játszódik le**. Az áramtermelést egy világító leddel is be tudjuk mutatni.
- <http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kidg/0/32911/1>



18. Csillagszóró a víz alatt

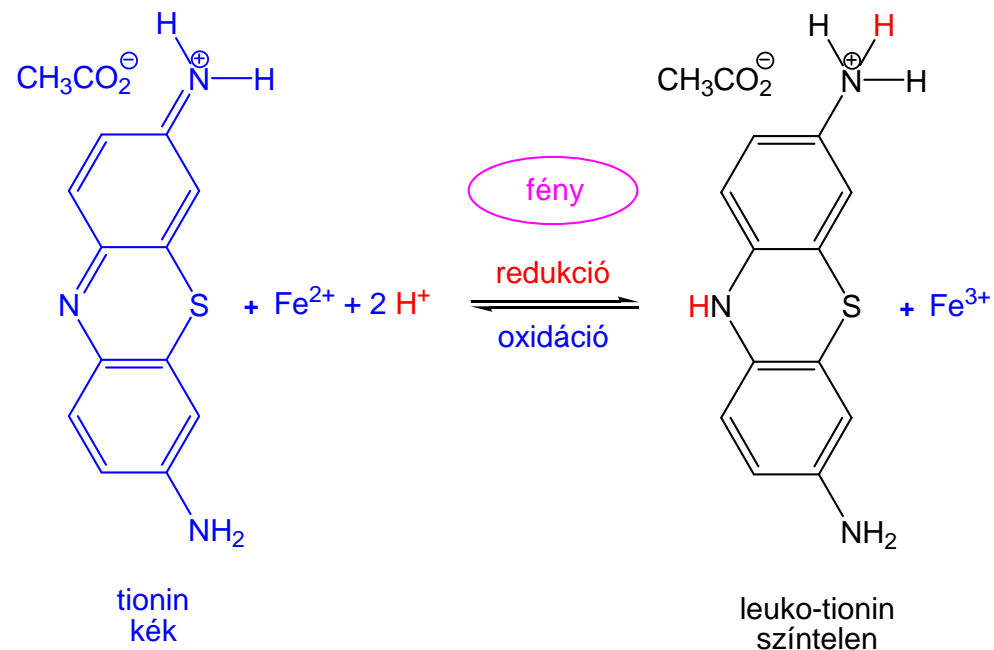


- Mindannyian tudjuk, hogy az égéshez
 - éghető anyag,
 - oxigén és
 - megfelelő hőmérséklet szükséges
- A csillagszórók annyiban különlegeseek, hogy más éghető anyagoktól eltérően az oxidálószer is tartalmazzák, azaz tulajdonképpen oxigénre nincs is szükség az égésükhöz
- Ebben a kísérletben oxigént nem tartalmazó atmoszférában és a víz alatt lejátszódó égésüket mutatjuk be
- <http://www.youtube.com/watch?v=4fOdB1RKIME>



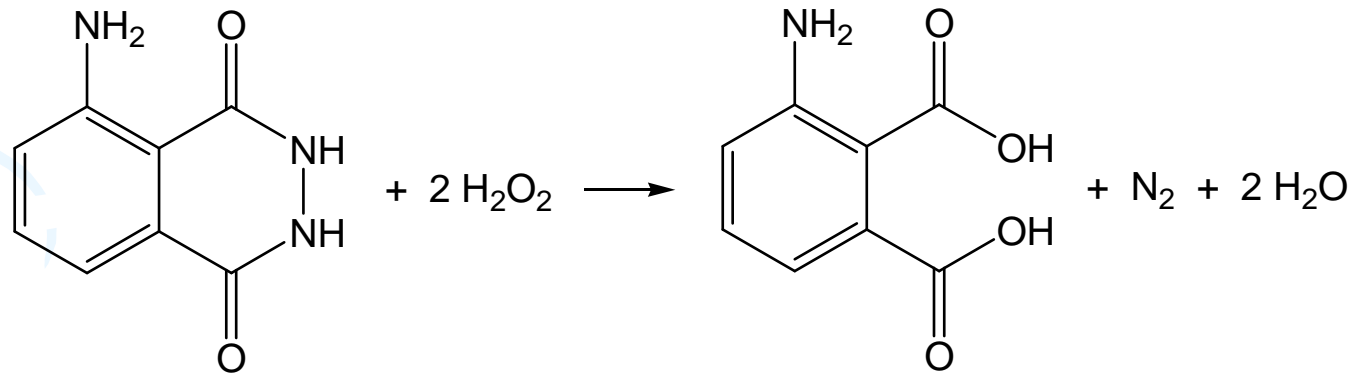
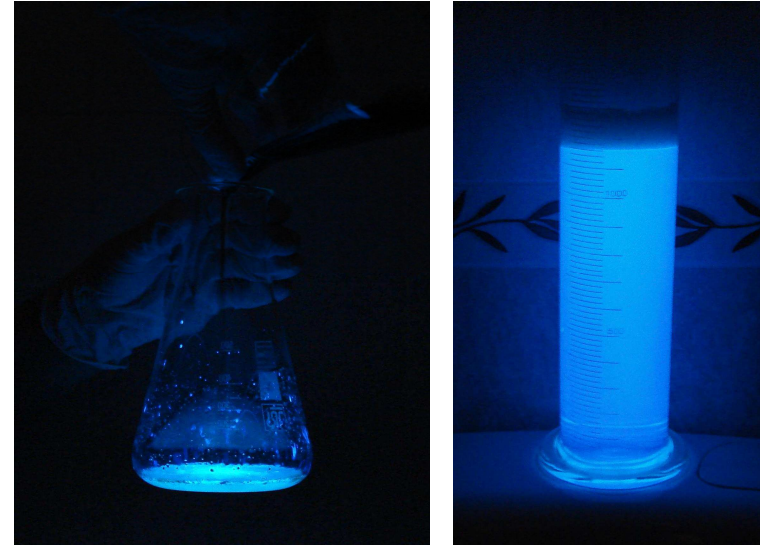
19. Energia a fényben (tionin redukciója)

- A tionin a metilénkékhez hasonló szerves festék, amelyik két formában létezik: a **kék színű oxidált alak** és a redukált **színtelen** forma
- A két forma közötti átmenetet könnyen bemutathatjuk vas(II)-só segítségével, ez azonban **csak megvilágítás** hatására megy végbe
- Az átalakulás megfordítható
- H. W. Roesky, K. Möckel: Chemical curiosities, VCH, Weinheim, 1996, 216. o.



20. Kemilumineszcencia

- A **luminol** lúgos közegben hidrogén-peroxiddal oxidálható fénykibocsátás közben.
- A gerjesztett részecskék **fényátvivők** (ún. luminoforok vagy fluoroforok, mint pl. a vérben található **hemin**) segítségével át tudják adni energiájukat más anyagoknak, amelyek ezt szerkezetüktől függően különböző színű **fény**ként bocsátják ki
- H. W. Roesky: Spectacular chemistry experiments, VCH, Weinheim, 2007, 51. o.



21. Boszorkányóra

- A **luminol** hidrogén-peroxidos reakcióját más anyagokkal is kombinálhatjuk: réz-szulfát, kálium-rodanid
- H. W. Roesky: Spectacular chemistry experiments, VCH, Weinheim, 2007, 61. o.



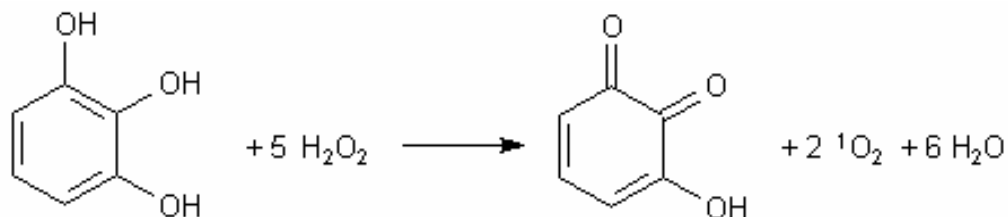
22. Az oxigén piros?

- “Az oxigén színtelen, szagtalan gáz...” – olvashatjuk a legtöbb könyvben, vagy mégsem mindig?
- Az oxigén egy különlegesen aktív formájával találkozhatunk, ha lúgos hidrogén-peroxid oldatába klórgázt vezetünk:
 - $\text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- = \text{OCl}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{OCl}^- = \text{ClOO}^- + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{ClOO}^- = {}^1\text{O}_2 + \text{Cl}^-$
 - ${}^1\text{O}_2 = {}^3\text{O}_2 - 96 \text{ kcal/mol}$
 - A keletkező ún. **szingulet oxigén** piros szín kibocsátása közben alakul át az általunk ismert színtelen, ún. triplet formává
 - H. W. Roesky, K. Möckel: Chemical curiosities, VCH, Weinheim, 1996, 196. o.
 - http://131.104.156.23/Lectures/CHEM_462/462_chapter_5.html



23. A pirogallol kemilumineszcenciája

- A pirogallol lúgos-formaldehides közegben oxidálható hidrogén-peroxiddal. Az átalakulás ezúttal is az előző kísérletekben megismert **szingulet oxigén** képződésével jár:



- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/h2o2/index.html>
- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/phenol/vpyr2.htm>



A korábbi kísérletek magyarázatai és videofelvétele, ismeretterjesztő írások

- 2008: http://www.mdche.u-szeged.hu/~kovacs/KE_2008_magyarazatok.pdf
- A tavalyi előadás videováltozata: E-mail: kovacs@ovrisc.mdche.u-szeged.hu
- 2007: http://www.mdche.u-szeged.hu/~kovacs/kiserletek_magyarazata.pdf
- Kovács L.: Színes, illatos... vagy büdös? - A kémiai szintézisek, ahogyan nem ismerjük azokat. Előadás a Szabadegyetem-Szeged III. félévében (2009. május 6): <http://www.u-szeged.hu/oktatas/program/szines-illatos-budos>
- Kovács Lajos: Színek, illatok. *Természet Világa*, 2009, **140**, 386-389.
- Gunda Tamás: Az élelmiszeradalékokat kísérő hisztéria és annak háttere (http://www.mdche.u-szeged.hu/~kovacs/Gunda_bevezetes.pdf; bővebben: http://www.gunda.hu/e_num/).
- Kovács Lajos: A kémia társadalmi megítélése. *Magyar Kémikusok Lapja*, 2008, **63**, 263-267 (http://www.mdche.u-szeged.hu/~kovacs/08MKL63_263_Kemia_tars_megitelese.pdf; <http://www.mke.org.hu/content/view/208/98/>).

A stáb és támogatóink

- Bokros Attila
- Bor Pál
- Bruncsics Bence
- Csikós Orsolya
- Fülöp Lívia
- Kele Zoltán
- Kovács Lajos
- Kovács Zoltán
- Kupihár Zoltán
- Pádár Petra
- Posta Bálint
- Szigili Anett
- Szolomájer János
- Tóth Péter Sándor
- Visy Csaba

MESSER 

Magyar Kémikusok Egyesülete
Csongrád Megyei Csoportja

SIGMA-ALDRICH[®]

Általános források

- H. W. Roesky, K. Möckel: *Chemical curiosities*, VCH, Weinheim, 1996.
- H. W. Roesky: *Spectacular chemistry experiments*, VCH, Weinheim, 2007
- Rózsahegyi Márta-Wajand Judit: *575 kísérlet a kémia tanításához*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
- Rózsahegyi Márta-Wajand Judit: *Látványos kémiai kísérletek*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999.
- *Creative Chemistry on the Internet*, <http://www.cci.ethz.ch/index.html> (már nem hozzáférhető!)
- *Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie*, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/>
- *Sulinet*, <http://www.sulinet.hu/>
- *Demonstration Experiments & Labs - Chemistry Visualized*, http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/index_e.html
- B. Z. Shakhashiri: *Chemical demonstrations: handbook for teachers of chemistry*. University of Wisconsin Press, Madison, Vol. 1-4, 1985-1992.