

Látványos kémiai kísérletek

- égő "hó"
- kémiai lángszóró
- szénkígyó
- villogó alkohol
- tűzhányó
- sörhabzás felsőfokon
- gyúlékony fémporok
- dobogó "higanyszív"
- a vörös rózsza színei
- jód-óra
- a víz felületi feszültsége
- elektrolízis ceruzákkal

Mit eszünk?

- enzimek az élelmiszerekben
- világító uborka
- a paradicsomlé reakciói
- világító tonik
- zöldség- és gyümölcsindikátorok
- "kék lombik" kísérlet
- gyümölcslámpa
- a vörösbor elszíntelenítése
- a klorofill elválasztása
- a tojáshéj reakciói
- égő kocsonya
- a növényi olajok reakciói
- ragasztó túróból
- az élelmiszeradalékokat kísérő hisztéria

Látványos kémiai kísérletek a résztvevők bevonásával

Célunk a kedvcsinálás egy olyan tudományterülethez, amely nélkül modern civilizáció (táplálkozás, gyógyítás, ipari termékek stb.) elképzelhetetlen és amely indokolatlanul rossz hírnévnek örvend.

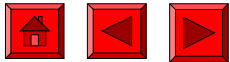
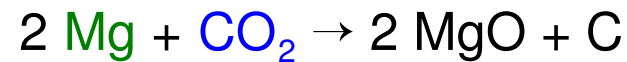


Égő "hó"

Magnézium és szárazjég reakciója



A **magnézium** vakító fénnel ég levegőn (ezért használhatták régen fényképészeti vakukban). Kevésbé ismert, hogy annyira nagy az affinitása az oxigénhez, hogy más vegyületekből is képes azt elvonni. Ebben a kísérletben a levegőn megkezdett égés **szárazjég** (szilárd szén-dioxid) jelenlétében is folytatódik és az utóbbiból szénpor keletkezik:



Szénkígyó

Cukor elszenesedése tömény kénsav hatására

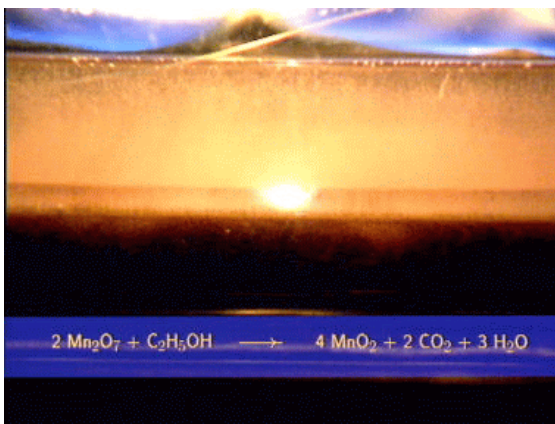


A tömény kénsav rendkívül erőteljes vízelvonószer, nemcsak a fizikailag kötött vizet, hanem ebben az esetben a közönséges porcukorban levő vizet is képes elvonni és a keletkező **szén**nel további reakció játszódik le. A reakció nagy hő- és gázfejlődéssel jár, a cukor részben karamellizálódik is. A fejlődő gázok között **a rendkívül mérgező szén-monoxid** is megtalálható, ezért a kísérlet csak jól működő elszívófülkében vagy a szabadban végezhető!

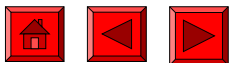


Villogó alkohol

Alkoholok és mangán(VII)-oxid reakciója



A kálium-permanganát ("hipermangán") rendkívül erős oxidálószer. Tömény kénsav hatására olajos, zöld színű mangán(VII)-oxid képződik belőle, amely a szerves anyagokat spontán meggyújtja. Ebben a kísérletben a tömény kénsavra óvatosan metanolt rétegzünk és ebbe szórunk néhány kristály kálium-permanganátot. A képződő mangán(VII)-oxid a két réteg határfelületén villanások kíséretében oxidálja az alkoholt:



Tűzhányó

Alumíniumpor és jód reakciója



Szilárd fázisban a kémiai reakciók igen lassúak, gyakran nem is játszódnak le. Ha oldatot hozunk létre, a reakciók sebessége ugrásszerűen megnő.

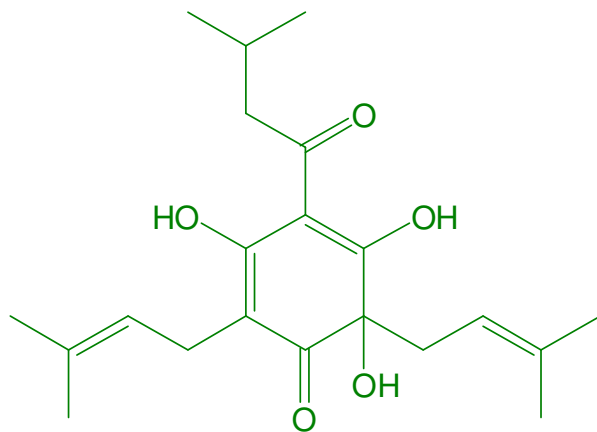
Ebben a kísérletben alumíniumpor és porított jód keverékéhez vizet adunk, a két anyag heves fényjelenségek kíséretében egyesül, a lila gőzök a szublimáló jódtól származnak:



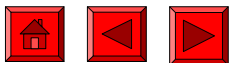
Sörhabzás felsőfokon



A sörben levő buborékok száma ugrásszerűen megnő, ha a külső nyomás lecsökken, pl. egy palack kinyitásával. Ugyanezt a hatást megsokszorozhatjuk, ha **ultrahangot** alkalmazunk. A sör habzásában a komlóból származó, felületaktív tulajdonságú **humulon** fontos szerepet játszik. A sör gyártása során 1 hektoliterhez 100-300 gramm komlót adnak, különösen a búzasörök komlótartalma magas. Ez a kísérlet legjobban búzasörrel hajtható végre.



humulon

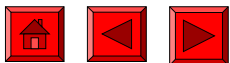
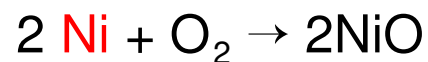
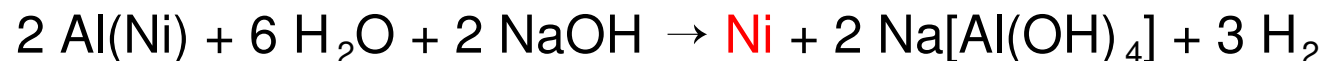


Gyúlékony fémporok

Raney-nikkel égése

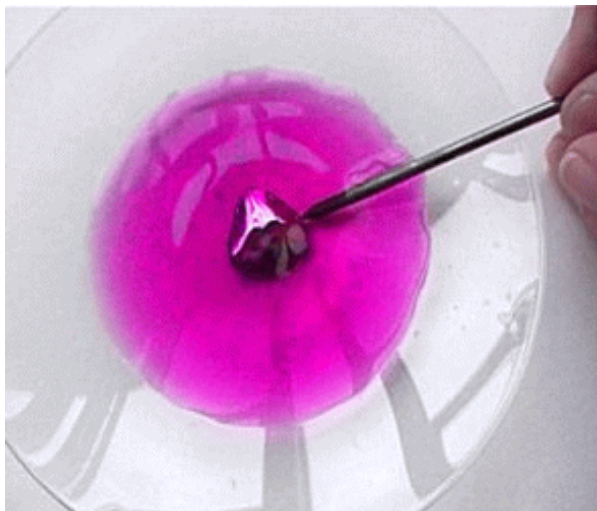


A legtöbb anyag másként viselkedik, ha a felületét lényegesen megnöveljük. Ekkor olyan tulajdonságokat is mutatnak, amelyeket egyébként szinte soha nem tapasztalhatunk. A kísérletben használt **Raney-nikkel** nikkel-alumínium-ötvözetből készül az alumínium kémiai kioldásával. A visszamaradó nikkel igen nagy felületű, reaktív fém, csak levegőtől elzárva tárolható (például vizes szuszpenzióban), levegőn spontán meggyullad (piroforos):



Dobogó "higanyszív"

Redox-reakció egy higanycsepp felszínén



Az elektronok vándorlásával járó, ún. redox reakciók néha igen látványosak. Esetünkben a vas és **permanganát** ionok között végbemenő reakciót mutatjuk be:



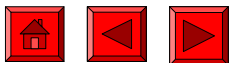
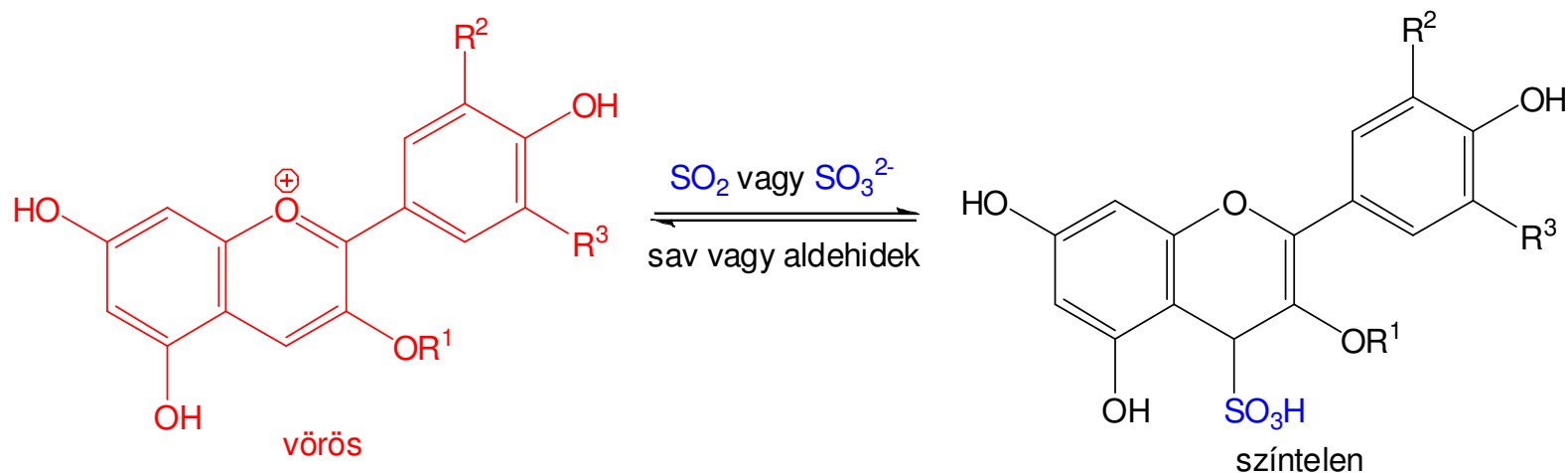
Ha a reakciót egy higanycsepp jelenlétében hajtjuk végre, akkor a higanyon felgyűlő töltések megváltoztatják a csepp felületi feszültségét és így az alakját is. Ez az ismétlődő alakváltozás (gömb és szívalak) addig tart, amíg vasszög érintkezik a higannyal, ehhez némi kézügyesség szükséges.



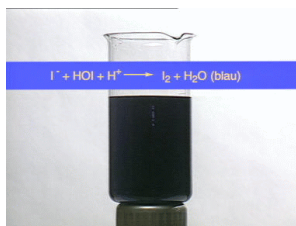
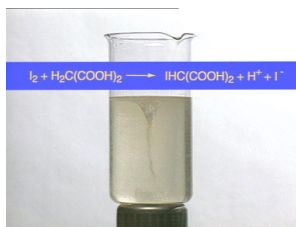
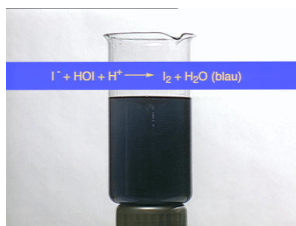
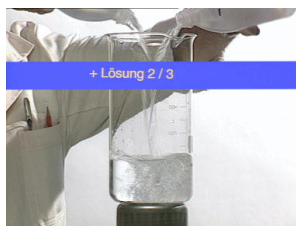
A vörös rózsza színei



A virágok színét igen gyakran az ún. antocianin festékek okozzák. Ezek az anyagok színüket a közeg savasságától/lúgosságától függően változtatják. Egy további reakciójuk a **kén-dioxid**dal vagy **szulfit**okkal végbemenő megfordítható átalakulás, ami elszíntelenedéshez vezet.



Jód-óra



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 köztitermékek 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 periódikusan váltakozik, és mintegy 15 percig tart. A reakció végére oldatunk inhomogénné válik és elsötétül. A reakció komplex, részleteiben még nem teljesen tisztázott. Áttekinthető a nettó reakció:

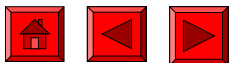


R-H a fenti egyenletben malonsavat jelent, de a Briggs-Rauscher reakció nem kötődik a malonsavhoz, más szerves vegyületekkel is működik.

Az oldatban a reakció során a jód- és jodid-ion koncentráció periódikus ingadozása figyelhető meg. Mindkét oszcilláció között fáziseltolódás van. I_2 és I^- képződik, ezek felelősek az oldat színváltozásáért.

A következő táblázatban felsoroljuk a mindenkori színek változásainak feltételeit:

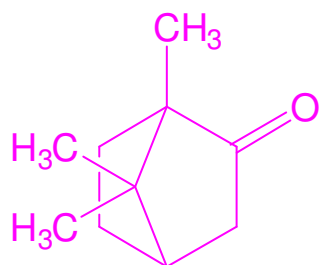
| jódkoncentráció | jodidkoncentráció | szín |
|-----------------|-------------------|-----------|
| kicsi | tetszőleges | színtelen |
| nagy | kicsi | barna |
| nagy | nagy | kék |



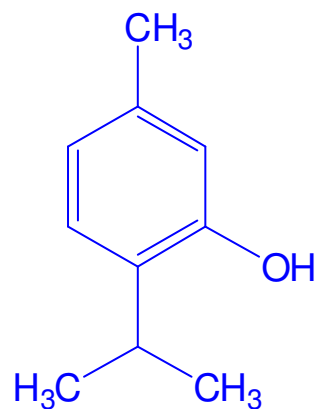
A víz felületi feszültsége



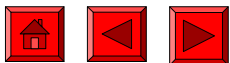
A folyadékok felszíne lekötetlen erők találkozhelye. A nagy felületi feszültségű folyadékok (pl. a víz) esetében ezt könnyen szemléltethetjük könnyű tárgyak ráhelyezésével vagy illékony anyagokkal (kámfor, timol), amelyek párolgásuk révén sajátos tánca kezdenek a víz felszínén. Alacsonyabb felületi feszültségű folyadékokban (éter, alkohol, aceton) a jelenségek nem vagy alig észlelhetők.



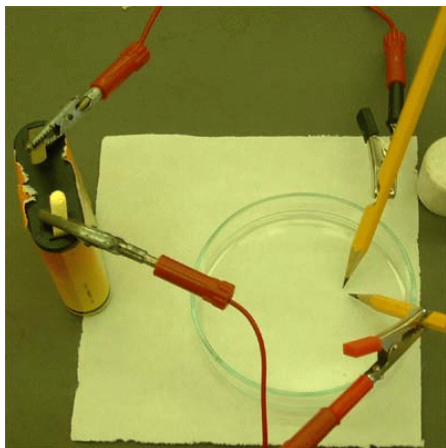
kámfor



timol



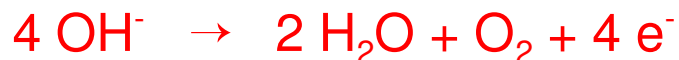
Elektrolízis ceruzákkal



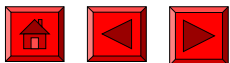
Az elektromos áram és kémiai átalakulások kapcsolata sokrétű. Az egyik ilyen kapcsolat az **elektromos áram hatására bekövetkező kémiai átalakulás (elektrolízis)**, amely számos fém előállításának módszere. Ha egy ionokat tartalmazó oldatba egyenáramot vezetünk, a két póluson (elektródok) eltérő reakciók játszódnak le. A katódon redukció, pl. fémezüst kiválása:



az anódon oxidáció, pl. oxigén-fejlődés:

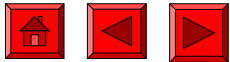


Kísérleteinkben az elektródok szerepét egyszerű grafitceruzák játsszák.



Mit eszünk?

- Az élelmiszerek különböző összetevőinek (zsírok, olajok, fehérjék, szénhidrátok, sók, szín- és ízanyagok stb.) bemutatása kémiai szempontból. Szokatlan kísérletek élelmiszerekkel.
- Az élelmiszeradalékokat kísérő hisztéria és annak háttere.



Enzimek az élelmiszerekben

Az enzimek segítenek a fehérjék emésztésében



Ha megkeményedett zselatinra egy szelet **friss ananászt** és egy szelet konzervananászt, helyezünk, egy idő után azt láthatjuk, hogy a zselatinkocsonya érintetlen marad a konzervananász alatt, de bomlást tapasztalunk a friss ananász alatt, a zselatin besüpped, majd elfolyósodik az ananász alatt.

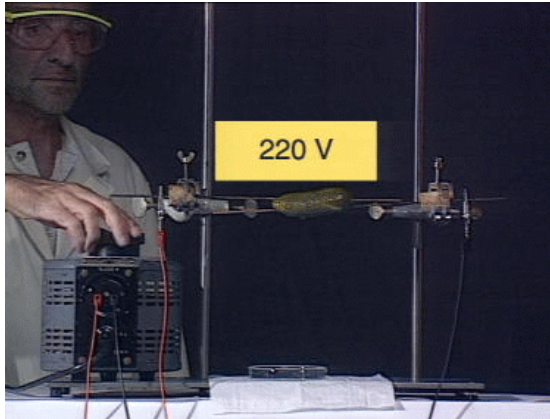
Az ananász hatására a zselatinkocsonya fehérjéi, melyek a stabilitást biztosították, szétesnek, elbomlanak. A jelenség oka az, hogy az ananász egy **bromelin** nevű fehérjebontó enzimet tartalmaz. Az ananászkonzerv azonban hőkezelt élelmiszer, ezért benne már nincs jelen ez az enzim, a jelenség nem észlelhető.

Ez a bomlás más enzimekkel is végbemegy, ezen az elven működik a **papain** nevű enzimet tartalmazó **húspuhító só** is.

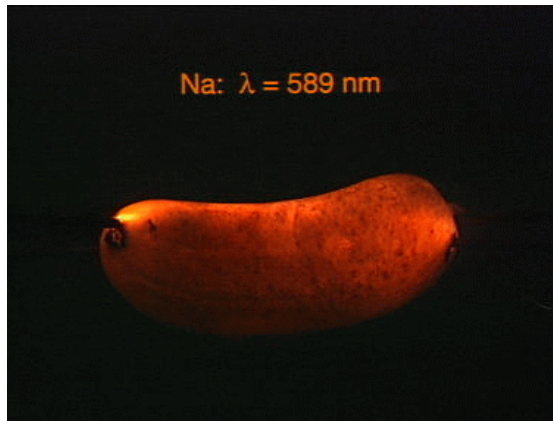
<http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidd/0/12551/ananasz.htm>



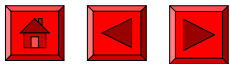
Világító uborka



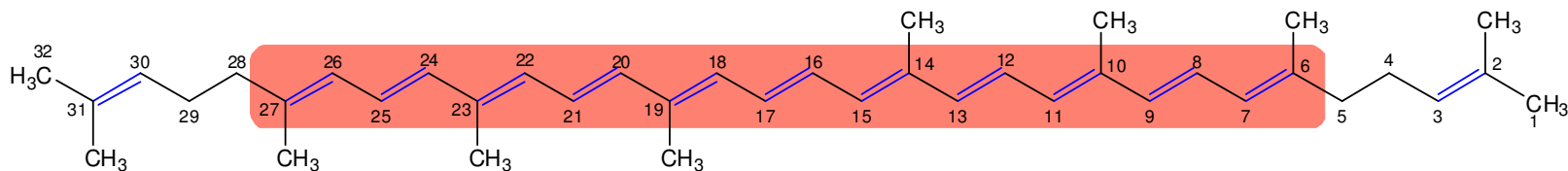
Ha egy kovászos vagy sósvizes uborkába két elektródot szúrunk, majd fokozatosan egyre növekvő váltóáramot kapcsolunk rá egy transzformátor segítségével, akkor egy bizonyos értéknél a savanyított uborkában levő **nátriumionok** gerjesztődnek és nátriumlámpák jellegzetes sárga színét látjuk, az uborka elkezd világítani. A **lángfotometria** és az **atomabszorpciós spektroszkópia** nevű analitikai eljárás ugyanezen az elven alapul.



Vigyázat! A nagy feszültségű elektromos áram veszélyes, csak megfelelő óvatossággal dolgozhatunk!

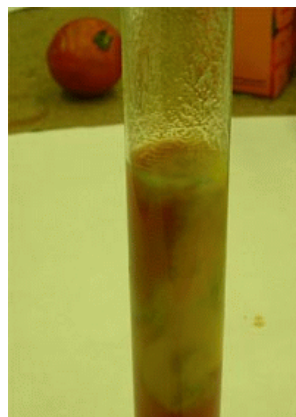
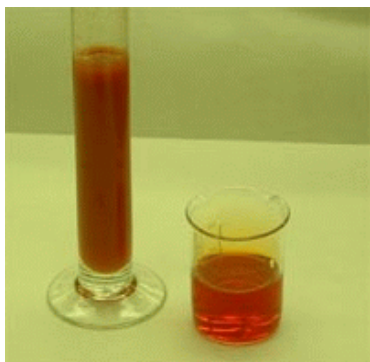


A paradicsomlé reakciói

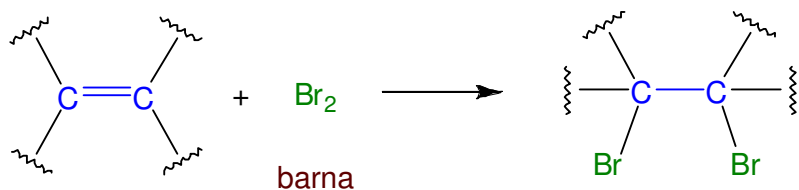


likopin

(6*E*,8*E*,10*E*,12*E*,14*E*,16*E*,18*E*,20*E*,22*E*,24*E*,26*E*)-2,6,10,14,19,23,27,31-oktametildotriakonta-2,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,30-tridekaén



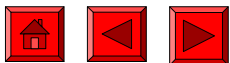
A paradicsom színanyaga a **likopin**, amely vörös színét a **váltakozó egyes és kettős kötések** okozzák. Ha a kettős kötések fokozatosan elbontjuk (pl. **bróm** hozzáadásával), akkor a visszamaradó anyag színe megváltozik és a reakció előrehaladtával **kék**, **zöld** és **sárga** színeket láthatunk.



a likopin **vörös** színu

a kettős kötések számának csökkenésével az eredeti **vörös** színből **kék**, **zöld**, **sárga** és színnyalataira változik

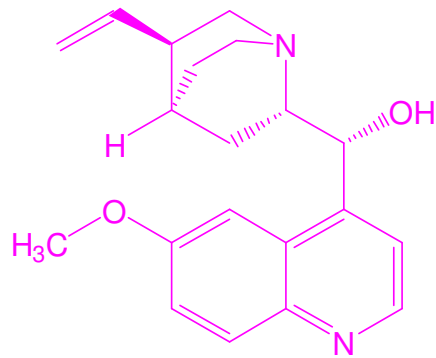
<http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidd/0/18361/index.htm>



Világító tonik



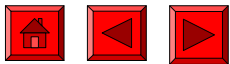
A tonik keserű ízét a **kinin** nevű alkaloid adja, amelyből akár 80 milligrammot is tartalmazhat literenként (ez 12500-szoros hígásnak felel meg). A **kinin** jelenlétét sötétben **fluoreszcenciája** alapján mutathatjuk ki, akár 50000-szeres hígításban is. Ez bármilyen lámpával jó látszik, de a legjobb ultraibolya lámpa. A **kinint** régebben a malária kezelésére használták.



kinin

Vigyázat! Az ultraibolya fényhez használjunk védőszemüveget!

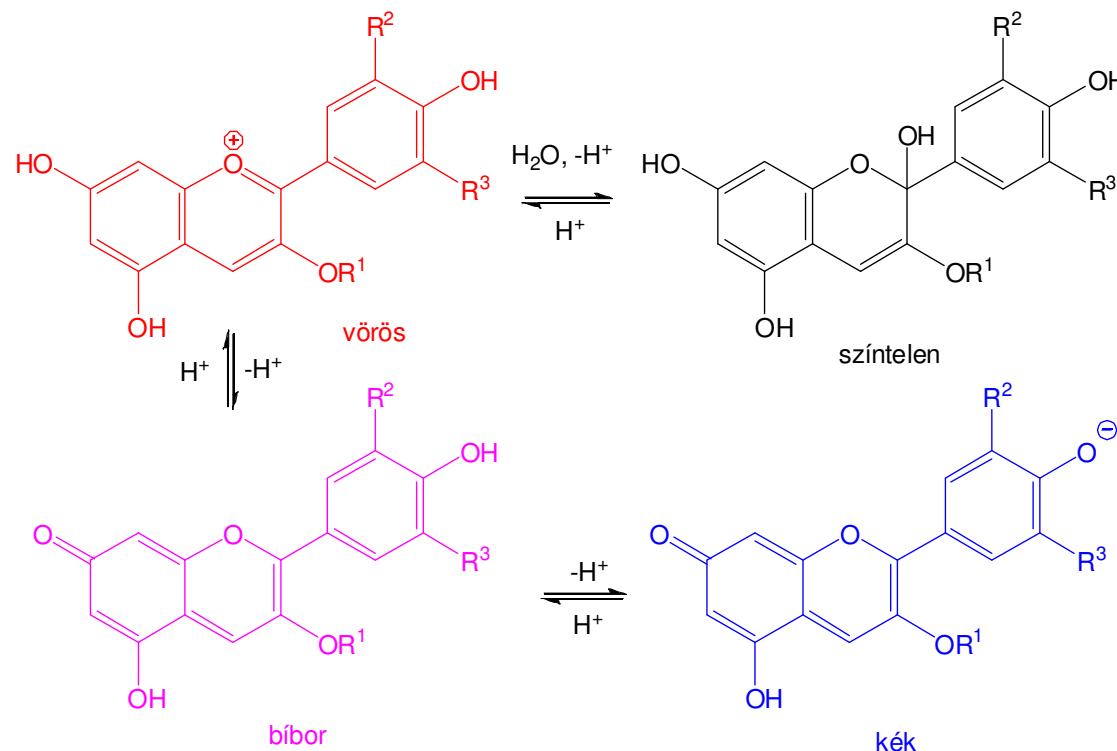
http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/tip/09_00.htm



Zöldség- és gyümölcsindikátorok



A növényvilág számos színanyaga az ún. **antocián** festékek közé tartozik. Ezek közös jellemzője, hogy színük rendkívüli mértékben függ az adott közeg **kémhatás**ától, így **indikátor**ként is használhatók. A kísérletekben használt **vöröskáposzta, meggy és ribiszke** levéneke színváltozását jól követhetjük a hozzájuk adott savak/lúgok hatására.

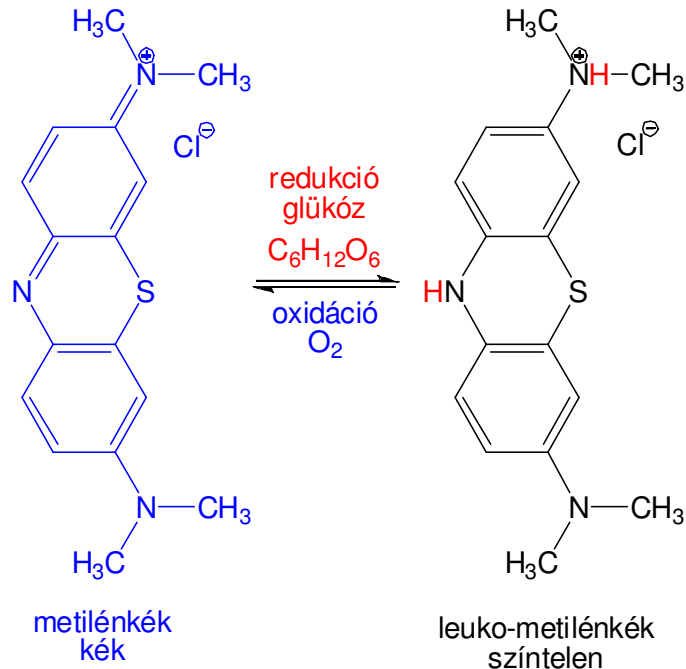
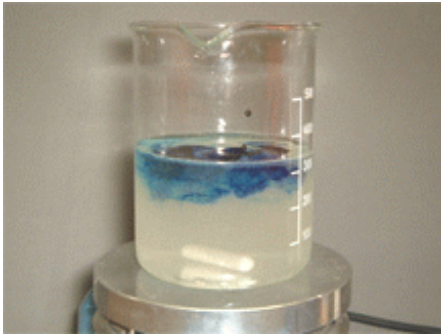


<http://www.cci.ethz.ch/index.html>



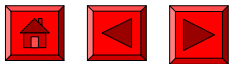
“Kék lombik”-kísérlet

A glükóz mint redukálószer

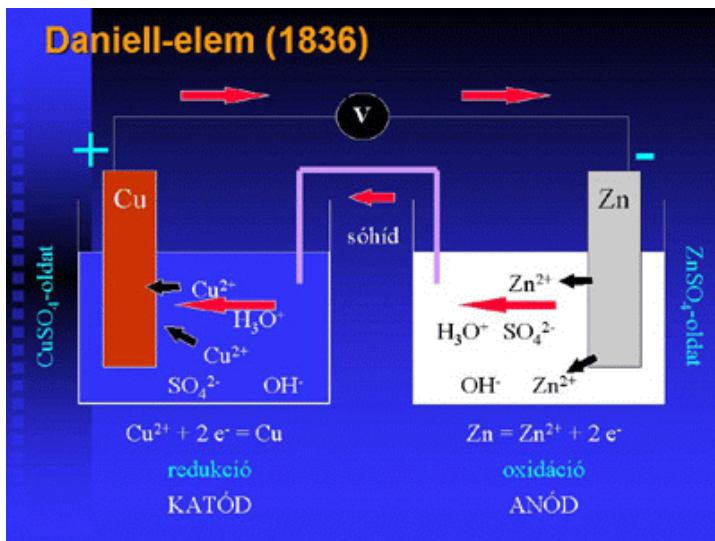
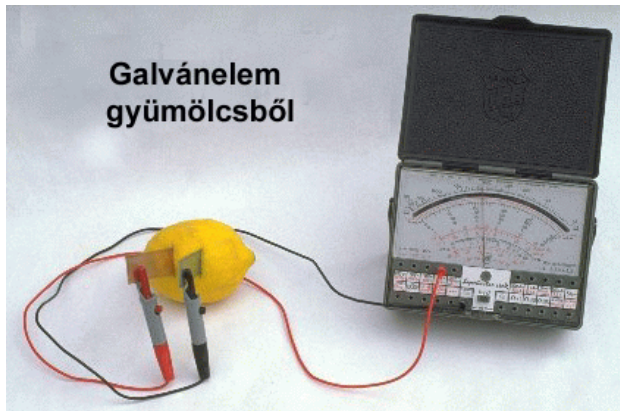


A glükóz lúgos közegben könnyen oxidálódik levegő hatására. Mindebből semmit sem látnánk, ha ezt nem egy ún. redox indikátor jelenlétében tennénk. A **metilénkék** erre alkalmas, stabil, oxidált formája **kék** színű, redukált alakja **színtelen**. A kísérletben a lúgos glükóz-oldat a metilénkéket elszínteleníti, de ez utóbbit a levegő oxigénje könnyen visszaalakítja a kék színű formává. A folyamat mindaddig ismételhető, amíg a glükóz el nem fogy.

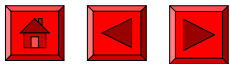
<http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidc/0/30272/index.html>



Gyümölcslámpa



Két különböző tulajdonságú fém (pl. **réz** és cink) **megfelelő oldat**ba 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 led**del is be tudjuk mutatni.

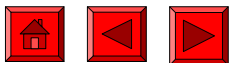
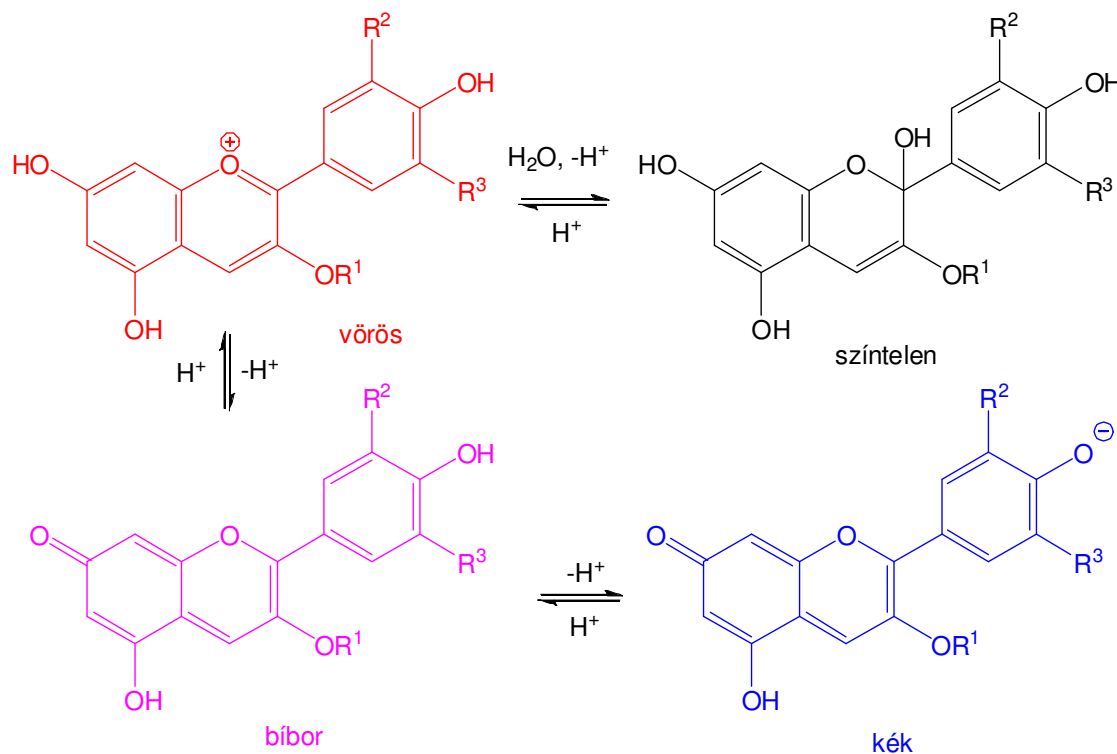


<http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidg/0/4596/galvan2.htm>

A vörösbor elszíntelenítése

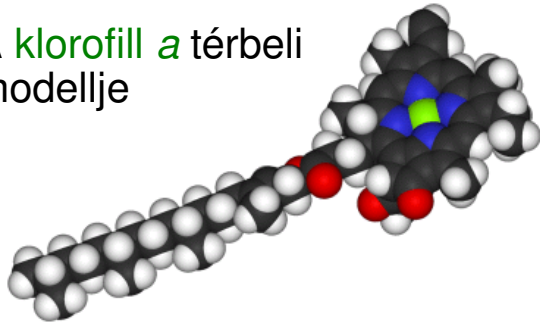


A vörösborok festékanyagai is az antociánok közül kerülnek ki. Ezek a festékek borból egy aktívszenes derítéssel eltávolíthatók és színtelen oldatot kapunk



A klorofill elválasztása

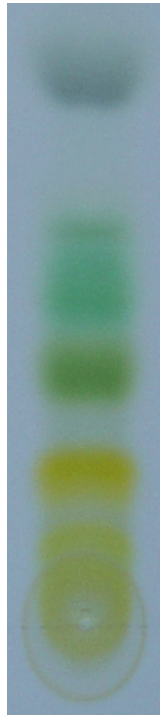
A klorofill *a* térbeli modellje



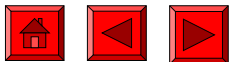
A zöld növények legjelentősebb színanyaga a klorofill, amely egyúttal fotoszintézisük nélkülözhetetlen eszköze is, évente 200 milliárd tonna szén-dioxid megkötésében játszik szerepet. Ez a bonyolult szerkezetű anyag valójában nem is egy összetevőből áll, hanem leggyakrabban klorofill *a* és klorofill *b* keveréke. A növényekben más színanyagok is vannak (pl. a sárga karotin), de ezeket a klorofilok erős színe elfedi és csak azok lebomlása után lehet őket látni, pl. az őszi levelekben.

Ennek a rendkívüli fontosságú anyagnak a szerkezetfelderítéséért, szintéziséért és a fotoszintézisben betöltött szerepének tisztázásáért eddig hat kutatónak ítéltek oda Nobel-díjat.

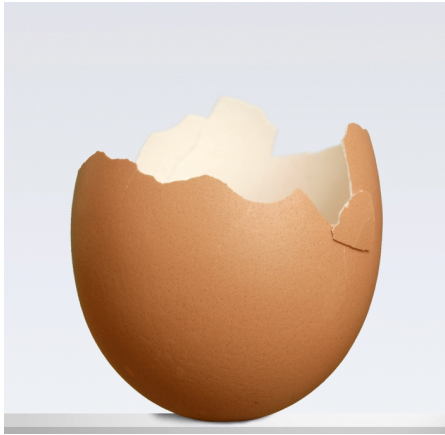
Az itt bemutatott kísérletben spenótkivonat festékanyagait választjuk el egy szilikagéllal töltött oszlopon. Az elválasztás alapja a festékanyagok eltérő sebességű vándorlása áramló oldószerben.



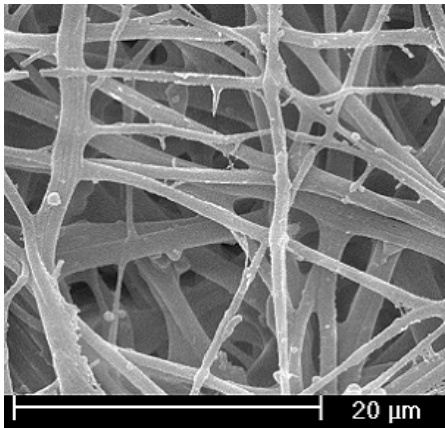
<http://www.fotoszintezis.hu/>



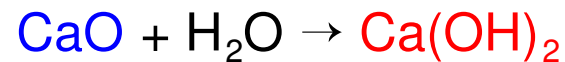
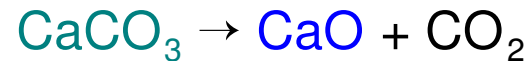
A tojáshéj reakciói



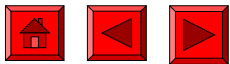
A tojáshéj 95%-a **kalcium-karbonát** (mész), a maradék fehérje. A tojáshéjat hevítve először a szerves anyagok bomlanak el, korom képződik, majd ez is elég, ezután a kalcium-karbonát bomlása kezdődik meg: a héj kifehéredik, **égetett mész** képződik. Ennek a jelenléte a legegyszerűbben úgy mutatható ki, hogy vízbe dobva az oldat kémhatása lúgosra változik, mert **oltott mész** képződik, ezt indikátorral mutathatjuk ki:



A tojáshéj szerkezete
mikroszkópalatt

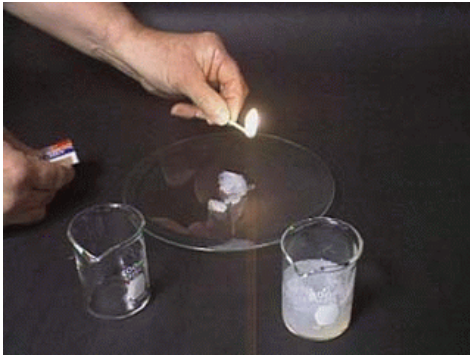


A kalcium-karbonát savakkal is elbontható a tojáshéjból. A kalcium-karbonát eltávolítása után a visszamaradó hártya féligáteresztő tulajdonságú.



Égő kocsonya

Gélképzés kalcium-acetát és etanol segítségével



A szilárd, folyadék és gáz halmazállapotok mellett számos olyan ún. kolloid halmazállapot létezik, amelyekkel gyakran találkozhatunk. Ilyenek a habok, gélek, emulziók, diszperziók. A legtöbb élelmiszer kolloid halmazállapotú.



Ebben a kísérletben egy egyszerű gélképzést mutatunk be: **telített vizes kalcium-acetát oldat** és **alkohol** összeöntéséből egy kocsonyás anyag képződik, amelyet meggyújthatunk. Ez biztonságosabban szállítható, mint a folyékony alkohol, ezért kempingfőzőkben is használják.

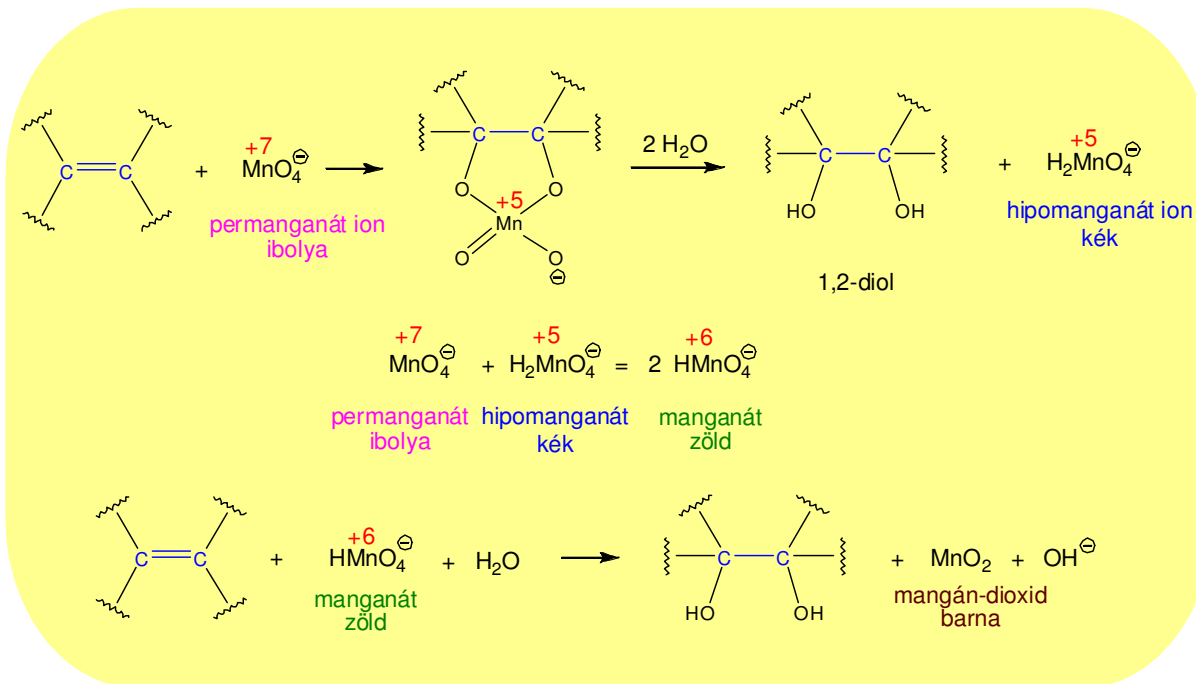
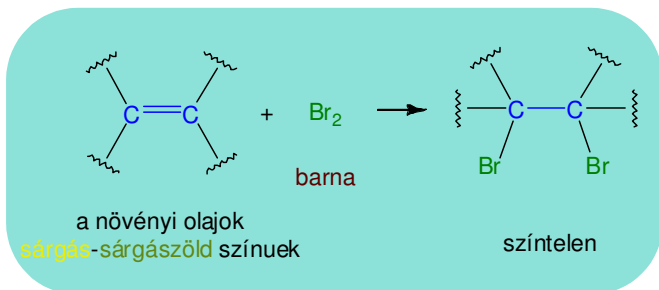
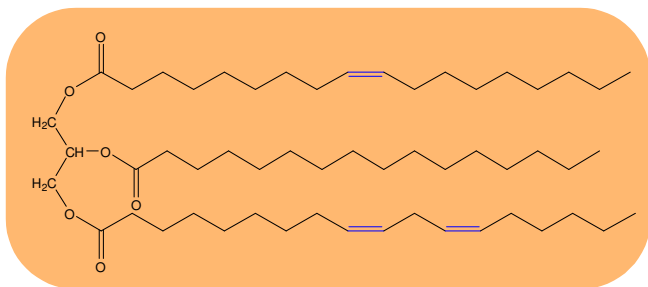
<http://en.wikipedia.org/wiki/Sterno>



A növényi olajok reakciói



A zsírok és olajok egy háromértékű alkohol, a glicerín hosszú szénláncú karbonsavakkal alkotott vegyületei. Ezek az ún. zsírsavak, amelyek 4-22 szénatomot és változó számban **kettőskötéseket** tartalmaznak, pl. a napraforgóolaj 48-74% kétszeresen telítetlen zsírsavat (linolsav) és 14-40% egyszeresen telítetlen zsírsavat (olajsav). A kísérletekben a kettőskötések **brómmal** és **kálium-permanganáttal** végrehajtott reakcióit mutatjuk be. A színváltozások a reagensek átalakulásait mutatják be.



Ragasztó túróból

Túró és mész keveréke vízálló faipari ragasztót ad



A tejtermékek sav vagy oltóenzimek hatására lejátszódó kicsapódása során (túrógyártás) egy foszfortartalmú vízoldhatatlan fehérje képződik, a **kazein**. Ez a kalcium-tartalmú anyag további oltott mész (**kálcium-hidroxid**) hozzáadására feloldódik és ragasztóként viselkedik. Fafelületeket összeragasztva a fa a maradék vizet kiszívja és a **kazein** végérvényesen kicsapódik.

<http://www.mimi.hu/otthon/ragaszto.html>

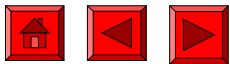
<http://www.zetatalk.com/shelter/tshlt21z.htm>



Az élelmiszeradalékokat kíséző hisztéria és annak háttere

Élelmiszeradalékokról elfogultság nélkül

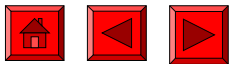
- Gunda Tamás összeállítása
(*Élelmiszeradalékokról elfogultság nélkül*) az alábbi honlapon érhető el:
http://web.interware.hu/frenzy/E_anyagok/e_anyagok.html
- Kovács Lajos: *Kemofóbia és -hisztéria* c. írása az alábbi honlapon található:
http://www.mdche.u-szeged.hu/~kovacs/kemofobia_4.pdf



A kísérletezők (A Szegedi Tudományegyetem Orvosi Vegytani Intézetének munkatársai)

Kutatók éjszakája
2007. szeptember 28.

- Kovács Lajos
- Bokros Attila
- Szolomájer János
- Kövér Péter
- Pádár Petra
- Kupihár Zoltán
- Kele Zoltán
- Bor Pál
- Csikós Orsolya
- Szigili Anett



Felhasználtforrások

- 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>
- *Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie*, <http://dc2.uni-bielefeld.de/>
- *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

