

SUFNILABOR



Szerkesztő: Kóczán György és Zagyi Péter

Az elmélet elmélet, és azt a kísérlet
eredményeivel fennálló egyezés igazolja,
akár tetszik nekünk, akár nem.

(George Gamow)

Minden feltevés egy-egy alvó szépség,
mely a hercegre vár, hogy felébressze.
És a herceg az a kísérlet.

(Carl Djerassi)

Kóczán György

Kristályosítás második rész

Váratlan helyről kapott segítséget a Sufnilabor rovat. Ki gondolta volna, hogy a kristályosítással foglalkozó cikkünkhöz kapcsolódik az ország egyik méltán legismertebb kortárs írója, Dragomán György egy cukorgyártás témájú novellával (2016/1., 60. o.).

Lássuk, hogyan boldogulna a novellabeli problémával egy Kökél-olvasó!

Cukorgyártás, ahogy mi csináljuk

A konyhában használt cukor egy nem redukáló diszacharid, mely szacharóz névre hallgat (esetleg répacukornak vagy nádcukornak is nevezik), összegképlete $C_{12}H_{22}O_{11}$. A vegyületet az ipar magas cukortartalmú növényekből vonja ki: a trópusi területen cukornádból, Európában cukorrépából. A kivonás lényegében egy bonyolult kristályosítás. Gyakorlásnak éppen megteszi, nézzük sikerül-e saját cukrot készíteni.

A legnagyobb gond a megfelelő növényi nyersanyag beszerzése. Itthon a cukornád nem él meg, és már jó pár éve a cukorrépa termesztése is lényegében megszűnt hazánkban. Ha nincs kertész cimboránk, aki nevel nekünk cukorrépát, alternatív források után kell nézni. Vajon a hagyományos sárgarépa megfelel? Elég édes az is. A cukorrépa közel 20%, míg a közönséges sárgarépa csak 6-8% cukrot tartalmaz. Éppen ez sem lenne kevés, de sajnos a sárgarépa cukorösszetétele nem szerencsés: a cukor közel 70%-a fruktóz és glükóz, és csak 20% körüli része a kívánatos répacukor. Az ilyen, magas fruktóztartalmú cukor-elegyeket gyakorlatilag lehetetlen kristályosodásra bírni. Ha valaki mégis megpróbálkozik a következőkben leírt folyamatot sárgarépából elvégezni, ne csodálkozzon: a termék nem egy fehér kristályos anyag, hanem egy barna, édes sűrű szirup lesz.

A sufniagyész cukorrépája – talán meglepő módon – a paszternák. Ez a növény a fehérrépára (hivatalosan petrezselyemgyökér) hasonlít, de vastagabb, az íze is eltér egy kicsit, a vasárnapi húslevesben szokott lenni. Nem kell megijedni, minden zöldségboltban kapható. Minél fonnyadtabb, annál jobb, hisz az aszott gyökérből csak a víz párolgott el, a nekünk fontos cukor benne maradt, olcsóbban jutunk hozzá a nyersanyaghoz. A paszternák akár 10% szacharózt tartalmaz és további kb. 2% redukáló cukrot (a hagyományos fehérrépa cukortartalma ennek a felét sem éri el).

A cukorgyártás első lépésében a zöldségből ki kell oldani a cukrot. Ehhez durva reszelőn reszeljük meg kb. egy kiló paszternákot. Nem kell meghámozni, elég, ha lemossuk róla a földet. A reszelés csuklófárasztó, mocskos munka, nem túloz a novella. A nap további részében a konyha feltakarítása lesz a feladatunk.

Tegyük a paszternákreszeléket egy fazékba, nyomkodjuk le, és öntsünk rá annyi vizet, ami éppen ellepi. Kis lángon kezdjük el melegíteni. Ne forraljuk, elég, ha 60-70 fokos az oldat (a kéznek már éppen túl forró, amúgy meg érdemes beszerezniünk egy olcsó digitális hőmérőt...). A forralás kimondottan ellenjavallt. A cukor ezen a hőmérsékleten is kioldódik, magasabb hőmérséklet alkalmazásával a kihozatal (a kinyert cukor mennyisége) csökken. Vajon miért? Ha van indikátorpapírunk (egy későbbi alkalommal majd gyártunk) megmérhetjük a paszternák-lé pH-ját. 4 körüli, tehát gyengén savas értéket látunk. Vajon miért? A répából természetesen nemcsak a cukrok, de minden más oldható

anyag, pl. aminosavak, szerves savak is kioldódnak. És forró oldatban, savas közegben a nem redukáló cukrok hidrolizálni kezdenek, azaz csökken a szacharóz, és nő a glükóz és a fruktóz mennyisége. Nem is annyira a szacharózvesztés a problémás, sokkal inkább a fruktóz mennyiségének a növekedése, ugyanis ez a cukor fogja megakadályozni a szacharóz kikristályosodását. Úgyhogy ne forraljunk, pláne ne használjunk kuktát (bár azzal valóban lehet látványosat robbanni). A nem kívánt hidrolízist azzal is visszaszoríthatjuk, ha adunk egy kevés (kiskanál) mészkőlisztet a paszternákléhez már a főzés elején. A mészkő (CaCO_3) közömbösíti a szerves savakat, ezt pH-papírral is ellenőrizhetjük. CaCO_3 gyanánt a legegyszerűbb az építkező boltokban kapható „bécsi fehér” nevű finomra őrölt mészkőport használni.

A paszternákot 3-4 órán át áztassuk a forró vízben. Az elpárolgó vizet időnként pótoljuk, hogy mindig ellepje a répát. A főzés végén hagyjuk az oldatot kihűlni, majd egy szűrőkanállal szedjük ki a répapépet a fazékból. Természetesen a vizet (szakszóval anyalúgot) minél alaposabban nyomkodjuk ki a répából, hisz ez tartalmazza a cukrot¹.

A következő technológiai lépés a sárga, és eléggé szagos cukoroldat tisztítása, szakszóval derítése. Az iparban e célból mésztejet [Ca(OH)_2] adnak a cukros anyalúghoz. Ilyenkor a szerves savak, aminosavak kalciumsó formában kiválnak, a fehérjék a magas pH hatására denaturálódnak, és szintén kicsapódnak. A kalcium-hidroxid feleslegét CO_2 bebuborékolatásával csapattják le². A nagy felületű, finom eloszlású CaCO_3 rengeteg finom lebegő szennyet ragad magával. A mészkő kiszűrése után már egy szinte szagtalan, tiszta cukoroldat marad vissza.

Mi a derítést egyszerűsítjük (és így bizony elmarad a szódásüveggel való bohóckodás): adjunk a cukoroldathoz egy evőkanál mészkőlisztet,

¹ Ha van ismerősünk, aki disznókat tart, akkor adjuk neki a répa maradékát, ugyanis a malacok nagyon szeretik, és esetleg majd kaphatunk cserébe kolbászt. A répa méisztartalma kimondottan hasznos a jószágnak. A cukorgyáraknak fontos bevételi forrást jelent a magas tápértékű répamoslék takarmánycélú értékesítése.

² Vigyázni kell, hogy ne adagoljuk feleslegben a CO_2 -t, ugyanis az a mész újbóli oldódását okozza, éppen úgy, mint a karsztbarlangok esetén.

és forraljuk az oldatot 10 percig. A derítés így ugyan kevésbé hatásos, de sufniüzemünkben megteszi.

A mézspépes elegyet szűrjük meg, például egy kávéfilter segítségével. A szűrőpapíron fennmarad a CaCO_3 és a sok szennyező, a lecsurgó oldat halványsárga, és már nincs igazán paszternákszaga sem. Ha megkóstoljuk, mézédés, szinte mellékíz nélkül. Cukorszirup.

Ezt követően pedig már csak az oldat bepárlása van hátra. Kis lángon, kevergetve addig forraljuk az oldatot, míg kb. 2-3 dl-re be nem sűrűsödik. Ekkor öntsük át egy kis befőttesüvegbe, és a melegítést vízfürdőn folytassuk. A vízfürdő megakadályozza, hogy a cukor karamellizálódjon, leégjen. Érdeemes néha 1-1 csepp mintát venni az oldatból, amit hideg felületre, pl. egy üvegtányérra cseppentünk. Ha a mintacseppben megindul a kristályosodás, akkor megszüntetjük a melegítést, és a befőttesüveget hagyjuk lassan kihűlni. 1-2 nap alatt nagy kristályok formájában az üveg falára kiválik a répacukor. Öntsük le a kristályokról a szirup feleslegét, és csurgassuk le minél alaposabban, hogy a kristályok a lehető legtisztábbak legyenek. A szirup ismételt betöményítésével további cukrot nyerhetünk. A végül visszamaradó barna, sűrű anyalúg is nagy kincs: ez a melasz, ami egyesek szerint nagyon egészséges alternatív édesítőszer (a szerző szerint egyszerű bűdös répalé), a vegyészek pedig csillogó rézbevonatok készítésére használhatják fel (majd lesz szó róla, szóval tegyük el egy üvegben mindenképpen).

Ne szégyenkezzünk, ha csak egyetlen kanál cukrot sikerült készítenünk, hisz a cukorgyártás valóban nem könnyű dolog. Ez a mennyiség is komoly fegyvertény!

Az iparban az így nyert nyers cukrot (ami még nem hófehér) még egyszer átkristályosítják. Ha van kedvünk, mi is készíthetünk belőle kandiscukrot (ami jobban is mutat a karácsonyfán, mint a szaloncukor), vagy egyszerűen villoghatunk az igazi, finomítatlan házi barnacukorral³.

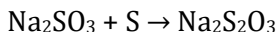
³ Barnacukornak eredetileg a finomítatlan cukrot hívták, újabban a fehér cukrot színezik a jobb eladhatóság érdekében pl. karamellel.

Fixírsót gyártunk

Igazából eddig valódi kémiával nem foglalkoztunk. Az anyagok átkristályosítása vagy tisztítása során nem jönnek létre új vegyületek, pedig valahol ez volna a kémia kvintesszenciája.

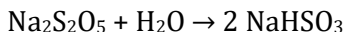
Hát akkor ugorjunk neki, és készítsünk fixírsót, azaz nátrium-tioszulfátot ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Ezt a szép kristályokból álló anyagot a digitális fotótechnika előtti időkben a fényképészek az ezüst-halogenidek kioldására (azaz a képek „fixálására”) használták, és minden sarki fotósboltban kilós zacskóban árulták. Napjainkra a fotovegyszerek eltűntek a dinoszauruszokkal együtt, pedig nagy segítséget jelentettek egy sufnilabor felszereléséhez.

A fixírsót nátrium-szulfit (Na_2SO_3) és kén reakciójával tudjuk előállítani:



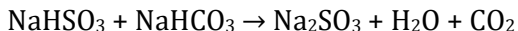
Ezzel annyira nem vagyunk kiségitve, a nátrium-szulfitot sem könnyebb beszerezni, mint a fixírsót. Valóban? Egy igazi sufnivegyész megtalálja a megoldást. Az élelmiszeripar tartósítószerként számtalan szulfitot (a kénessav különböző vegyületeiről van szó, nem keverendők össze a szulfátokkal, amik a kénsav, vagy a szulfidokkal, amik a kén-hidrogén származékai) használ, többek között a nátrium-metabiszulfitot ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) is. Ezt a savanyú szagú anyagot borok, gyümölcslevek fertőtlenítésére használják, és nagyobb borászboltokban kapható (és az élelmiszerek címkéjén a rettegett E223 felirat jelzi). Ne keverjük össze a megfelelő káliumsóval, a kálium-metabiszulfittal, amit „borkén” néven árulnak. Nekünk a nátriumsóra van szükségünk.⁴

A nátrium-metabiszulfit vízben oldva nátrium-biszulfittá alakul, ami szódabikarbóna segítségével nátrium-szulfitot ad:



⁴ Első hallásra ijesztőek ezek a nevek. Meta-, meg bi-.... Pedig egyszerű a helyzet: a bi- (vigyázat, nem di, ami kettőt jelent!) előtag a savanyú sót jelenti: NaHCO_3 nátrium-bikarbonát, NaHSO_3 nátrium-biszulfit. A meta előtag pedig arra utal, hogy a vegyület vizet veszített:





(Itt kihasználjuk, hogy a szénsav jóval gyengébb sav, mint a kénessav.)

Egy rozsdamentes acél lábosba mérjük be 95 g nátrium-metabiszulfidot, 84 g szódadikarbónát, és oldjuk fel 4 dl vízben. Adjunk az oldathoz 32 g kénport, amit egy mozsárban minél finomabbra törtünk⁵. Időnként kevergetve főzzük az oldatot addig, amíg a kénpor majdnem teljes egészében feloldódik. Ez 4-5 órát is igényelhet. A forrás közben elpárolgó vizet természetesen itt is pótoljuk időnként.

Ha a kén már majdnem teljesen eltűnt, hagyjuk kihűlni az oldatot, majd egy kávéfilter segítségével szűrjük ki a kénpor maradékát. Tegyük az oldat tisztáját egy lapos edényben meleg helyre, például a fűtőtestre. A víz pár nap alatt elpárolog, szép fixírsókristályokat hagyva hátra. Ne várjuk meg, amíg a folyadék teljes mennyisége elpárolog, hanem szűrjük ki a fixírsó kristályokat, hagyjuk az anyalúg maradékát minél alaposabban lecsöpögni (ebben van például az át nem alakult Na_2SO_3 is). Hagyjuk a söt szétterítve megszáradni, majd tegyük el egy jól záródó dobozban, megfelelő felirattal ellátva.

És ezzel elvégeztük rovatunk első igazi kémiai szintézisét!

Nehéz ként vásárolni. Az ember nem is gondolná hányféle termék viseli a "kén" nevet:

granulált kén: kis golyókká alakított kén, a legközönségesebb kén-termék;

ventillált kén: finom, lisztszerű kén, ventillátoros porzásra használják a mezőgazdaságban. Kísérleti célra ez a két termék a megfelelő.

kénvirág: az ásványi kén neve

nedvesíthető kén: szappannal kevert kénpor, amiből permetezéshez lehet emulziókat készíteni.

kénlap: egy szövetre felvitt kén, amit biztonságosan lehet elégetni

borkén: nem kén, hanem kálium-metabiszulfit

⁵ Fontos a minél finomabb porítás, különben nagyon lassú lesz a kén oldódása. A porítást semmiképpen ne végezzük pl. kávédarálóban, ugyanis a kénpor jó szigetelő, és darálás közben sztatikusan feltöltődik, a szikrák pedig porrobbanást okozhatnak!

Ajándék a hideg napokra

Tegyünk egy keveset a frissen készült fixírsókristályokból egy kémcsőbe, és gázláng fölött (vagy hőlégfúvó segítségével) óvatosan melegítsük. 48 °C-on a kristályok megolvadnak. Ez igazán meglepő, hisz a szervesetlen vegyületek olvadáspontja sokszáz fok szokott lenni. Ha a melegítést folytatjuk, akkor meglepve tapasztaljuk, hogy az olvadék felforr. Ha van hőmérőnk, akkor azt is látjuk, hogy a forráspont kb. 100 °C⁶. Ha nem hagyjuk abba a melegítést, akkor még azt is megfigyelhetjük, hogy idővel a forrásban lévő folyadék újra megszilárdul. Mi történt?

A rézgálic hevítése során nyert tapasztalatunk segíthet az események megfejtésében. 48 °C-on a fixírsó ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) elbomlik, és leadja a kristályvizét. A $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ jól oldódik vízben, ha megnézzük az oldhatósági táblázatot, ki tudjuk számolni, hogy 48 °C-on a felszabaduló kristályvíz elegendő a só feloldásához. Az oldat természetesen a víz forráspontjához közel felforr, víz párolog el, és visszamarad a vízmentes nátrium-tioszulfát, ami további hevítés hatására 300 °C körüli hőmérsékleten bomlik: Na_2SO_4 és nátrium-poliszulfidok keveréke, Na_2S_x keletkezik. Ez utóbbi vegyület anionja sárga színű, és hosszabb-röviden kénláng-töredékekből áll, ez magyarázza azt, hogy az anyag sötétsárgára színeződik. Végül (közel 900 °C-on) a Na_2SO_4 is megolvad (ezt természetesen kémcsőben nem tudjuk megfigyelni, hisz az üveg már jóval alacsonyabb hőmérsékleten megolvadna).

Ez a furcsa viselkedés a kristályvizes sók jellemzője: jól jegyezzük meg! Ha egy olvadék felforr, majd újra megszilárdul, az legtöbbször kristályvízre (vagy más kristályoldószerre) utal.

De tartogat még meglepetést a fixírsó. Egy tiszta kémcsőben ismét olvasszunk meg egy kis mintát. Ha az összes kristály megolvadt, akkor tegyük félre a kémcsövet, és hagyjuk lehűlni. Ha tisztán dolgoztunk, akkor az olvadék nem kristályosodik ki, folyékony marad. Korábban a bóraxoldatnál már láttuk ezt a jelenséget: tútelített oldat keletkezett. Ha az oldatot erősen megrázzuk, vagy egy kis oltókristályt dobunk bele, akkor szinte azonnal megszilárdul a folyadék teljes mennyisége.

⁶ Valójában a hőmérséklet kicsit magasabb az oldott só miatt.

Fogjuk meg a kémcsövet: határozottan meleg, sőt forró! Ha megmérjük a hőmérsékletét nem meglepő módon 48 °C-ot kapunk, éppen a só olvadáspontját.

Miért melegedett fel a kikristályosodó túltelített oldat? Természetesen azért, mert az olvadás endoterm, míg a kristályosodás exoterm folyamat. A felszabaduló hőt olvadáshőnek nevezzük.

Jó műszaki érzéssel megáldott sufnivegyészünk számára már körvonalazódik egy praktikus felhasználás. Keressünk egy kézbe jól illő, formás, jól záródó üveget, pl. egy úgynevezett "laposüveget". Töltsük meg fixírsóval, alaposan zárjuk be, és a biztonság kedvéért ragasszuk is rá a kupakot az üvegre. Most állítsuk az üveget egy fazékban lévő forró vízbe, és várjuk meg, hogy a só megolvadjon (azaz ismét a korábban megismert vízfürdőt használjuk⁷). Az olvadt só tartalmazó üveget tegyük félre. A túlhűtött állapot akár hetekig megmarad. (Persze csak akkor, ha tisztán dolgoztunk. A legkisebb szennyeződés, porszem kristálygócként tud viselkedni, azaz beindítja a kristályosodást.) Ha ki kell mennünk a farkasordító hidegbe, csak gyorsan rázzuk össze az üveget, így megindítjuk a kristályosodást, felszabadul az olvadáshő, ami az üveget felforrósítja. Ne hagyjuk az olvadáshőt veszendőbe menni: tegyük zsebre az üveget, és melengessük a kezünket vele. Ha hazaértünk, a megfagyott fixírsót vízfürdőn ismét megolvaszthatjuk, és a kézmelegítőt akárhányszor újra használhatjuk.

Természetesen a jelenséget már a gagyiipar is felismerte: Valentin-napra kaphatóak fixírsóval töltött rózsaszín műanyag szívek. Ezek méltatlanok egy kémikushoz. Ne váltsuk aprópénzre a túlhűlés jelenségét! A sufnivegyész temperáljon házi gyártású fixírsós laposüveggel!

⁷ Ismét hangsúlyozzuk: szigorúan tilos vastag öntött üveget közvetlen lánggal melegíteni, ugyanis az üveg rossz hővezető, a melegítés során nagy hőmérséklet-különbségek alakulnak ki benne, ami feszültségeket eredményez, ami végül törésre vezet. A vízfürdőben az ilyen eszközök is egyenletesen, törésveszély nélkül melegíthetők.

Higrométer készítése

Urbanizálódott világunk számára az egyik legnagyobb téli probléma a száraz levegő, ami nemcsak bőr/nyálkahártya problémákat, de akár komolyabb betegségeket is okozhat. A sulfonvegyszer is szembesül a száraz levegő hatásával: a kristályvizes anyagok vizet veszítenek, ezért pl. a bóraxkristályok elporladnak, vagy a gyönyörű kék rézgálic kifehéredik.

Nem lehetne ezt a jelenséget valami hasznos dologra felhasználni?

Dehogynem: készítsünk higrométert, azaz a levegő nedvességtartalmát mérő "készüléket".

A hagyományos higrométerek a levegő nedvességét általában egy mutató segítségével jelzik. Mi ennél egyszerűbb megoldást választunk: egy olyan sót használunk, aminek a kristályvizes, és kristályvízmentes állapota eltérő színű. Ha az alacsony légnedvesség miatt a só elveszti kristályvizét, akkor a színváltozás figyelmeztet a száraz levegőre. Ha később nő a levegő páratartalma, akkor a folyamat megfordul: a só visszaveszi a kristályvizét, így a színváltás akárhányszor ismételhető.

Láttuk, hogy a réz-szulfát-pentahidrát kék színe eltűnik akkor, ha elveszíti kristályvizét. Sajnos ez szobahőmérsékleten csak extrém száraz levegőnél fordulna elő, így ez a vegyület nem igazán alkalmas higrométer készítésére. Egy másik rézsó, a réz-klorid azonban igen. A réz-klorid két mol kristályvízzel kristályosodik, a dihidrát a réz-szulfáthoz hasonló kék színű. A vízmentes anyag sárgásbarna.

A higrométer készítése egyszerű feladat. Készítsünk pár ml tömény réz-klorid oldatot, és áztassunk bele egy szűrőpapír csíkot, majd szárítsuk meg a papírszeletet. Tegyük a papírt egy átlátszó védőburkolatba úgy, hogy a levegő azért cserélődjön belül. Akasszuk ki a vizsgálandó helyiségbe a higrométert: nedves levegő esetén a papír világoskék (majdnem színtelen), száraz levegőben egyre sötétebb barna lesz.

Higrométerünk tehát jelzi, hogy mikor szükséges a szobában a párologtatót bekapcsolni, vagy jelzi a növekvő páratartalom révén a közeledő vihart.

Ha kreatív kedvünkben vagyunk, készíthetünk higrométertintát is. A réz-klorid-oldathoz adjunk egy kevés akril-emulziót (művész címboránktól kérhetünk)⁸, az így nyert tintával tetszőleges képet festhetünk egy papírra, ami csak száraz időben jelenik meg (különösen, ha világoskék papírt használunk). Fessünk egy pohár vizet (bár a barna színe miatt lehet, hogy inkább sörnek fog tűnni), ami száraz levegőben előtűnik, és figyelmeztet minket a folyadékpótlás fontosságára!

A réz-klorid színváltozása nem csak "gyerekjáték" higrométerek készítésére hasznos. A nedvességre érzékeny szállítmányok csomagolásába gyakran raknak kártya formájú higrométereket, amik a legtöbbször szintén réz-klorid felhasználásával készülnek⁹.

Réz-szulfátot könnyű beszerezni, de réz-klorid nem kapható a kereskedelemben, azt a sulfonitrogénnek magának kell előállítania. A következő „Sufnilabor” fejezetet a réz klorid izgalmas tulajdonságainak fogjuk szentelni. Addig is próbáljuk meg kitalálni, hogy hogyan tudjuk ezt a vegyületet házi körülmények között előállítani!

Végül meg kell emlékeznünk a kristályok kaméleonjáról, minden higrométerek doyenjéről, a kobalt-kloridról. Ez a vegyület hexahidrátként sötétbordó, vízmentes állapotban világoskék színű. Sok átmeneti formája is létezik, melyek pl. sötétkékek, vagy éppen rózsaszínűek. Egy CoCl_2 segítségével készült higrométer az időjárás változását igazi színkavalkáddal jelzi: nedves időben bordó, szárazabb levegőben rózsaszín, sötétkék, majd világoskék lesz. Sajnos a kobaltvegyületek nemcsak nehezen elérhetőek, de erősen allergének, sőt a legújabb kísérletek szerint karcinogének (azaz rákot okozhatnak). Természetes, hogy egy sulfonitrogént lelkesítenek a halálos mérgek, de egy felelős kutató önfegyelmet gyakorol: a CoCl_2 -os higrométer elkészítését hagyjuk meg az iskolai szakkörre, vagy egyetemista éveinkre!

⁸ A legegyszerűbb tinták úgy készülnek, hogy vízzel hígított tojásfehérje-oldatba keverjük a megfelelő festéket. Itt ezt a módszert nem használhatjuk, ugyanis a rézso denaturálná a tojásfehérjét.

⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Humidity_indicator_card

Végére értünk

a kristályosítás alapjai megismerésének. Láttuk, hogy ez az egy egyszerű módszer milyen hatalmas lehetőséget adott a vegyészek kezébe. Az eljárás elvezetett a tiszta kémiai anyagok előállításához, segített az atomok felfedezésében, szükséges új vegyületek előállításához. És persze így jönnek létre a gyönyörű ékkövek, vagy a rézgálic szép kristályai, egy kis segítséggel még az időjárás előrejelzésében, vagy az átfagyott kezek melegítésében is segít.

Búcsúzóként térjünk vissza röviden a hópolyhek varázslatos világához!

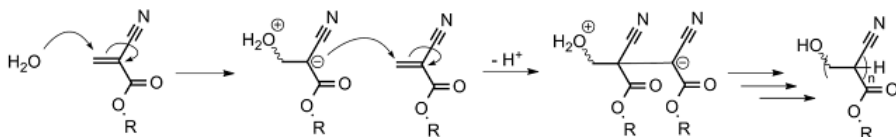
Egy veszélyesen romantikus recept

Vegyünk pár mikroszkóp tárgylemezt. Ez egy fél bankkártya méretű üveglap, amire biológus barátaink a mikroszkópi preparátumaikat készítik. Szerezzünk be továbbá pillanatragasztót. A legolcsóbb típus is megfelel. Olyat válasszunk, ami „cianokrilátot” tartalmaz. Tegyük mind a tárgylemezeket, mind a ragasztót pár órára mélyhűtőbe.

Ha szépen esik a hó, vegyük elő a lehűlt ragasztót és az üveglemezeket, és menjünk ki a hóesésbe. Kapjunk el pár hópolyhet a tárgylemezekkel. Óvatosan csöppentsünk 1-2 csepp ragasztót a hópolyhekre, vigyázva, hogy lehetőleg ne kerüljön a ragasztó alá légbuborék. A lemezeket tegyük gyorsan vissza a mélyhűtőbe, és tartsuk ott 1-2 napig.

Ha elővesszük a lapokat, azt látjuk, hogy a ragasztó megkeményedett, és a hópolyhely alakját nagyon pontosan megőrizte. A módszert a mikroszkóp-technikában replika-készítésnek hívják, és például a hópolyhely esetén alkalmas arra, hogy egy adott hópolyhe méreteit, alakját, felszíni egyenetlenségeit sokszáz évig megőrizzük hűtés nélkül is.

Lássuk, mi történik a tartósítás során! A pillanatragasztó cianoakrilsav-észterekből, a leggyakrabban metilészterből (metilcianoakrilát, $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CN})-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_3$) áll. Ez a folyékony vegyület víznyomok katalitikus hatására egy üvegszerű átlátszó polimert képez. A polimer a kettős kötések egymásra való addíciójával, pl. a poli-propilénnel analóg módon jön létre:



A hópehely (szilárd) víztartalma éppen elég a folyamat elindításához (iniciálásához). Ha a polimerizáció elindult, akkor már további víz nélkül átalakul a cianoakrilát teljes mennyisége, tehát a hópehely felületéről indulva a folyadék teljes tömege meg fog szilárdulni.

A polimerizáció exoterm folyamat, ezért nagyon fontos, hogy hideg cianoakrilátot használjunk, és hogy minél hamarabb visszategyünk a tárgylemezre a mélyhűtőbe: nehogy a keletkező hő megolvassa a megőrzendő hókristályt, és végül egy vízcseppet tartósítsunk. Ha az olvadást sikerül elkerülnünk, akkor a kialakuló műanyag igen nagy pontossággal követni fogja a mintaként szolgáló hópehely felületét.

Mi lesz végül a hópehellyel? Természetesen elolvad, és elpárolog. Valójában nem a hópehelyt őriztük meg, csak a „hűlt helyét”.

Ezzel a módszerrel természetesen nemcsak hópehelyről, de számos más felületről (levélről, asztallapról) készíthetünk lenyomatot pl. mikroszkópos vizsgálat céljára.

A komoly tudományos értékén túl a replikáknak van hétköznapi haszna is. A tárgylemezről a hópihe-lenyomatot egy hegyes kés segítségével ügyesen lepattintathatjuk, és például dísztárgyakba, ékszerekbe építhetjük be¹⁰.

A munka során legyünk óvatosak, és tartsuk be a korábban mondottakat. Vigyázzunk a forró oldatokkal, vegyszereinket tároljuk elzárva és szabályosan. A kísérletek során használt legveszélyesebb anyag a pillanatragasztó, egy kis ügyetlenkedéssel könnyen összeragaszthatjuk ujjainkat. Ne tegyünk!

A hidegben öltözzünk rétegesen!

¹⁰ Nem került el e sorok szerzőjének figyelmét, hogy a megosztott recept veszélyes mértékű pszichés manipulációra biztosít lehetőséget. A síszezonban egy tehetséges sufnivegyész a fagyos kezek átmelegítését követő romantikus-hóeséses éjszaka múlandó hópehelyeinek medálba foglalásával végül szíveket is sikeresen izzíthat fel. A következmények beláthatatlanok...