

2013. szeptember 12.

4. javított kiadás

Szerves laboratóriumi gyakorlatok 12. évfolyam

Tanulói jegyzet és recept leírás

[Szerves kémiai alapfolyamatok és a hozzájuk kapcsolódó
szerves és szervetlen preparátumok gyűjteménye.]

Összeállította:

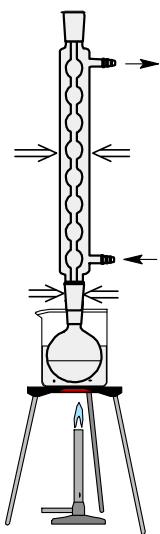
Bárány Zsolt Béla – Volosinovszki Sándor

Hő- és mechanikai kezelés1. Melegítés

A hőmérséklet emelésével növeljük a reakciósebességet. Magasabb hőfokon több az aktivált molekula, gyorsabb a molekulák mozgása, így nő a sikeres ütközések száma.

A melegítés módja a kívánt hőmérséklettől és a melegítendő anyag tulajdonságaitól függ.

Az anyagok közvetett melegítésére **30-100 °C** között vízfürdőt alkalmazunk. Fazékba vagy főzőpohárba vizet teszünk és belehelyezzük a melegítendő anyagot tartalmazó lombikot úgy, hogy *a fürdőben lévő víz valamivel magasabban legyen, mint a lombikban lévő folyadék szintje*. A víztároló edényt melegítjük és az elpárolgó vizet időnként pótoljuk. A gyors párolgást csökkenthetjük a fazékban lévő víz felületére rétegezett kevés parafinnal. Vigyázni kell, hogy az eltávozó vízgőz bele ne kerüljön a melegítendő elegybe.



Nyílt lánggal elsősorban vizes közegeket melegítünk. Az anyagokat légfürdővel (dróthálón, rezsón), homokfürdőn vagy olajfürdőn **100-220 °C** között melegítjük. A fürdő hőmérsékletét a láng méretének változtatásával állíthatjuk be és hőmérővel ellenőrizzük.

A melegítéssel egybekötött reakciókat gömblombikokban végezzük, amelynek mérete a reakcióelegy térfogatához igazodik. Az elegy a lombikot kb. *félig* *töltheti* meg. Az oldat egyenletes forrását forrkő hozzáadásával biztosíthatjuk. A forrkövet mindig a még hideg oldatba tesszük.

Illékony komponenset tartalmazó elegy vagy oldószer forralásakor az eltávozó gőzök kondenzálásáról gondoskodni kell, erre a célra szolgálnak az ún. hűtők. Leggyakrabban *golyós-, Liebig-, vagy spirál* hűtőket alkalmaznak.

Illékony komponenset tartalmazó elegy vagy oldószer forralásakor az eltávozó gőzök kondenzálásáról gondoskodni kell, erre a célra szolgálnak az ún. hűtők. Leggyakrabban *golyós-, Liebig-, vagy spirál* hűtőket alkalmaznak.

1. ábra

Illékony komponenset tartalmazó elegy melegítése, visszafolyó hűtő alkalmazása mellett

2. Hűtés

Az exoterm reakciók során felszabaduló hőmennyiség felmelegíti a reakcióelegyet. A szerves vegyületek többsége illékony, hőre érzékeny, magas hőmérsékleten elbomlik. A hőmérséklet növekedésével káros mellékfolyamatok is lejátszódhatnak.

A hőtermeléssel járó folyamatok hőszabályozására, az illékony anyagok gőzeinek kondenzálására és az oldott szilárd anyagok kristályosodásának elősegítésére hűtést alkalmazunk.

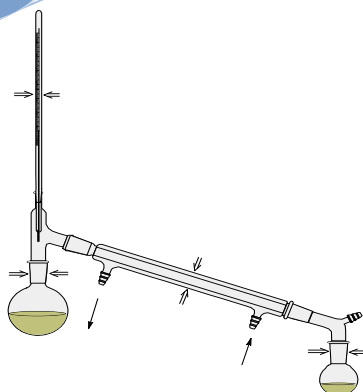
A reakcióelegyek hűtésére több gyakorlati megoldást alkalmazhatunk.

A felszabaduló hőt elvezethetjük a lombik hideg vízbe való mártásával. Áramló vízzel **10-15 °C-ra**, jégdara-víz és hó-víz keverékkel **0 °C-ra** hűthetjük a reakcióelegyet. Ha a víz nem zavar a reakcióban, akkor a jeget közvetlenül is beletehetjük az elegybe.

A **0 °C-nál alacsonyabb** hőmérsékletet jég és só keverékével érhetünk el. A só elősegíti a gyors olvadást, csökkenti az olvadáspontot, így a gyors hőelvonás miatt alacsonyabb lesz a hőmérséklet. (33 g NaCl és 100 g jég keverékével **-20 °C-ra**, 143 g CaCl₂·6 H₂O és 100 g jég elegyével **-40 °C-ra** hűthetünk.)

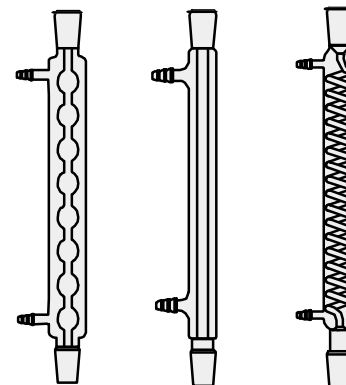
Ha a laboratóriumban hűtésre hűtőszekrényt használunk, vegyük figyelembe a következőket:

- a hűtőszekrénybe csak címkével ellátott, lezárt edényben lévő, szobahőmérsékletre lehűtött anyagot tegyük;
- a jégkockatartóba befagyott jeget könnyen kivehetjük, ha a tartó hátuljára csapvizet engedünk.



2. ábra
Légekőri desztillációs berendezés

Forró oldatok gőzeinek hűtésére **150 °C** alatt golyós-, Liebig- vagy csőígyós (spirál-) hűtőt használunk (3. ábra). Ezekben a hűtést a köpenybe alulról bevezetett áramló víz végzi. A hűtőben lévő hideg víz áramlását **120 °C** fölötti hőmérsékletű gőzök hűtésekor célszerű megszüntetni, mert a hűtő könnyen elrepedhet. Ilyenkor a gőzöket a hűtőben lévő meleg víz vagy levegő hűti.



3. ábra
Golyós-, Liebig- és spirál hűtők

A hűtőt parafa dugóval vagy csiszolatos készülékeknél az üvegcsiszolattal illesztjük a lombik szájába. Ha a dugó nem zár jól, a hűtő szára és a lombik nyaka közötti nyílásokon az oldószer gőzei eltávozhatnak, vagy a hűtő falára lecsapódó vízpára a reakcióelegybe szivároghat. Gumidugót ne használjunk, mert a szerves oldószerek gőzei erősen duzzasztják, és a belőle kioldott anyagok az elegyet szennyezik. Vigyázni kell arra, hogy a visszafolyó hűtő vége ne érjen bele az oldatba, mert így zárt rendszer jön létre és az elegy a hűtő tetején kifut.

3. Keverés, rázás

A szerves készítmények előállításakor az egymásra ható anyagok állandó keveréséről gondoskodni kell, hogy a kémiai folyamat a kívánt mértékben lejátsszódjon.

Heterogén közegben a keverés vagy rázás a reagáló felületek növelését, a reakciósebesség fokozását segítik elő. Homogén rendszerben – az elegy hűtése és melegítése során – az egyenletes hőmérséklet biztosítására gyakran keverést is alkalmazunk. A keverés a koncentráció kiegyenlítését is elősegíti. Különösen fontos ez olyankor, amikor valamelyik reagáló anyagot részletekben adagoljuk a közegbe.

Kis anyagmennyiségekkel végzett kísérleteknél nem szükséges gépi keverés, kielégítő az edény kézzel való rázogatója is. Ha nagyobb mennyiségekkel dolgozunk, vagy a reakció hosszabb idő alatt játszódik le, intenzív mechanikai keverést alkalmazunk.

Nyitott keverő berendezést akkor használunk, ha:

- a kémiai folyamat az elegy forráspontja alatt játszódik le,
- nem kell az elegyet forrásig melegíteni,
- tűzveszélyes és mérgező gőzök nem keletkeznek.

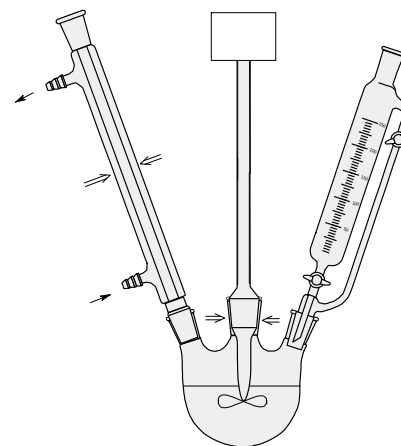
„Zárt” keverő berendezést alkalmazunk:

- tűzveszélyes, illetve mérgező anyagokkal való műveleteknél,
- az elegy forralásakor (4. ábra).

Gömb- és háromnyakú lombikokban lévő oldatok intenzív keverésére, propeller- vagy centrifuga keverők a legmegfelelőbbek. A keverő szárát rugalmas gumicsővel csatlakoztatjuk a keverőgép függőleges fémtengelyéhez. A keverőt beszírozott üvegcsőben (vezetőcső) forgatjuk, amelyet parafa dugóval rögzítünk a lombik nyakához. Illékony anyagokat csiszolatos keverővel ellátott készülékben is mozgathatunk. Vigyáznunk kell arra, hogy a keverő függőlegesen álljon, a vezetőcsőben könnyen forogjon és az edény falához vagy a többi eszközhöz (pl. az esetlegesen a lombikba helyezett hőmérőhöz) ne ütdődjön.

4. ábra

Háromnyakú lombik keverőmotorral, hűtővel, tölcserrel



Kis térfogatú, kis viszkozitású folyadékok keverésére gyakran alkalmazunk mágneses keverőt (5. kép), ahol a keverő egy mű-anyagba (általában teflonba) „rejtett” vaspálca. A folyadékba tett keverőt a lombik alá elhelyezett forgó mágnes mozgatja. A forgás mértéke szabályozható. A módszer előnye, hogy minden csatlakozás nélkül tudunk keverni.

5. kép

Fűthető mágneses keverő

Alapműveletek szerves vegyületek elválasztására, tisztítására

A szerves kémiai reakciók jelentős része nem eredményez egységesen tiszta anyagokat, hanem nyerstermékeket. A főreakciót kísérő mellékreakciók és a változatlanul maradt kiindulási anyagok jelenléte miatt a reakcióelegyben vegyületek keveréke lesz jelen. A szerves vegyületek állás-, hő-, fény- stb. hatására részlegesen elbomolhatnak és a keletkezett bomlástermékek is szennyezhetik az anyagot. A jelen lévő anyagok lehetnek szilárd anyagok, folyadékok, néha gázok és a különböző halmazállapotú anyagok keverékei is. A reakcióelegyből ki kell nyerni a *főterméket*, és ha a kinyert termék nem tiszta, a szennyezéstől meg kell tisztítani.

Ha a fő- és melléktermékek különböző halmazállapotúak, akkor *szűréssel, kristályosítással* vagy egyéb fizikai műveletekkel elkülöníthetők.

Az elválasztás és a tisztítás akkor sem nehéz, ha az elválasztandó anyagok ugyan azonos halmazállapotúak, de sajátságaikban – pl. *oldékonyság, sűrűség, forráspont* stb. – élesen különböznek egymástól.

A tisztítás legfontosabb műveletei:

- kristályosítás;
- szublimálás;
- desztillálás;
- adszorbeálás;
- extrahálás.

Kristályosítással és szublimálással szilárd anyagokat, desztillálással elsősorban folyadékokat tisztítunk. Az adszorbeálást és extrahálást mindkét halmazállapotú anyagok tisztítására és szétválasztására alkalmazhatjuk. Az adszorbeálás alkalmas gázok szétválasztására és tisztítására is.

Bonyolultabb az elválasztás és tisztítás akkor, ha a tisztítandó anyagok kémiai és fizikai tulajdonságai hasonlóak, pl. homológ sor tagjainál. A szokásos módszerekkel ilyenkor csak

részleges elválasztás, tisztítás érhető el. Az alapműveletek többszöri ismételéssel, vagy különleges elválasztó műveletek alkalmazásával – pl. azeotróp desztilláció, kémiai módszerek stb. – ezekben az esetekben is nyerhetünk tiszta anyagokat.

1. A kristályosítás

Kristályosításon értjük bármely halmazállapotú anyagnak szilárd kristályos szerkezetűvé való alakítását. Kristályokat nyerhetünk anyagok oldatából és olvadékából.

A kristályosítás a szilárd anyagok kinyerésére és más halmazállapotú anyagoktól való elkülönítésére alkalmas, az *átkristályosítás nyerstelemek tisztítására* szolgáló igen hatásos művelet. A kristályos szerves anyagok – kevés kivételtől eltekintve – stabilabbak, mint az amorf anyagok, és határozott olvadáspontjuk miatt könnyen azonosíthatók.

Átkristályosításkor a tisztítandó szilárd nyerstelemet megfelelő oldószerben melegen oldjuk, a nem oldódó anyagrészeket szűrővel eltávolítjuk. A tiszta kristályokat a telített oldat hűtésével kapjuk. A kísérő szennyeződések vagy fel sem oldódnak az oldószerben, vagy nagyobb oldhatóságuk miatt az anyalúgban maradnak. Előfordul olyan eset is, hogy az oldatból először a szennyezés válik ki.

Az átkristályosítás a következő műveletekre bontható: oldás, derítés, szűrés, hűtés, szűrés, a kristályok mosása és szárítása.

Az oldószer helyes kiválasztása a kristályosítás egyik fontos feltétele. Az alkalmas oldószernek a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie:

- sokkal rosszabbul vagy sokkal jobban oldja a kísérő szennyezőket, mint a tiszta anyagot;
- jól oldja az anyagot magasabb hőmérsékleten, és csak igen gyengén oldja alacsonyabb hőmérsékleten;
- ne lépjen reakcióba az anyaggal sem a szennyeződéssel, és forraláskor ne bomoljon el benne az anyag;
- tiszta, szennyeződésektől (pl. víztől) mentes legyen;
- eléggé illékonynak kell lennie.

Az átkristályosítás során leggyakrabban alkalmazott oldószerek: víz, etanol, metanol, jégecet, aceton, éter, etil-acetát, benzol, petroléter. Nehezen oldható anyagok oldószerül nitrobenzolt, piridint és szén-tetrakloridot használhatunk.

Az oldószerrel az anyagból telített oldatot készítünk. A finoman porított szilárd anyagot gömblombikba helyezzük és annyi oldószert adagolunk hozzá, hogy az oldószer forráspontja körül az anyag teljes oldódása következzen be. A túlhevülés megakadályozására és az egyenletes forrás biztosítására a még hideg oldatba forrkövet teszünk. A lombik mérete olyan legyen, hogy az oldat a térfogatának maximum 2/3-ad részét töltse meg. Vízből való átkristályosításhoz Erlenmeyer-lombikot is használhatunk, amit dróthálón melegíthetünk.

Gyúlékony és illékony oldószerből végzett átkristályosításhoz visszafolyó hűtővel ellátott gömblombikot alkalmazunk (1. ábra). A melegítés módját az alkalmazott oldószer forráspontja határozza meg.

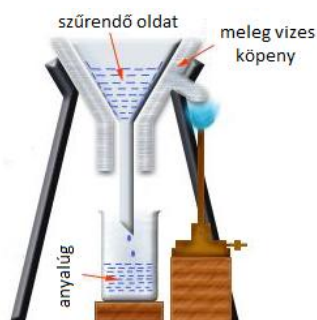
Gyakori eset, hogy valamely anyag kristályosításakor egyetlen oldószer alkalmazása sem vezet eredményre, mert a vegyület az egyik oldószerben túlságosan jól, a másikban pedig túlságosan rosszul oldódik. Ilyenkor két egymással elegyedő oldószer megfelelő arányú elegyével végezzük az átkristályosítást. A leggyakrabban alkalmazott oldószerpárok:

- metanol, etanol, jégecet, aceton vízzel;
- metanol, etanol, etil-acetát, aceton éterrel;
- éter, aceton, benzol, kloroform petroléterrel;
- víz, éter, alkohol piridinnel elegyítve.

Az anyagból a jobban oldó oldószerrel koncentrált meleg oldatot készítünk, szűrjük, majd a kisebb oldóképességű oldószert addig adjuk az oldathoz, amíg zavarosodást nem észlelünk. Az így elkészített oldatot óvatosan tisztulásig melegítjük és lassan lehűtjük.

Az oldatban lévő színes szennyezéseket adszorpciós úton, aktív szénrel főzve távolítjuk el. A derítéshez a feloldott anyag 1/20-ad részének megfelelő mennyiségű aktív szent használunk, mert a feleslegben alkalmazott adszorbens az oldott anyagot is megkötöheti.

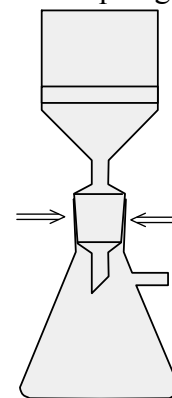
Adszorbensként használhatunk az aktív szénen kívül kovaföldet, cellulózt és szilikagélt is. Az adszorbenst óvatosan adagoljuk az oldathoz, mert a felületén megkötött levegő hatására a forráspontja közelében lévő folyadék hirtelen felforr és kifut. Ajánlatos az oldatot az aktív szén hozzáadása előtt kissé lehűteni, majd a derítőszer hozzáadása után az oldatot ismét felforraljuk és melegen szűrjük.



6. ábra
Melegvizes szűrőkészülék

A meleg derített oldatot redős szűrőpapíron vagy nuccsszűrőn leszűrjük. A szűrőpapíron való kristálykiválás elkerülésére a szűréshez rövidszárú tölcseért alkalmazunk, amit meleg vízzel telt fémköpeny vesz körül (6. ábra). Amennyiben a melegítés ellenére a szűrőn jelentős anyagmennyiség válik ki vagy a szűrő eltömődik, a szűrést abbahagyjuk, az eltömődött szűrőpapírt Erlenmeyer-lombikban friss oldószerrel főzzük. A kapott oldatot az eredetivel egyesítve leszűrjük. Üvegszűrőt ne alkalmazzunk az aktív szentes oldat szűrésére, mert a pórusokban lerakódott szénrészecskéket nehéz eltávolítani.

Nagyobb viszkozitású folyadékok gyorsabb szűrését csökkentett nyomáson végezzük (7. ábra). A szivatópalackba gumidugóval Büchner-tölcsért helyezünk, a tölcsebe pedig szűrőpapírt teszünk úgy, hogy éppen elfedje a szűrőfelületet. Nagyobb szűrőpapírt ne használjunk, mert a papír széle a tölcse falára fekszik, ráncosodik és az így keletkezett nyílásokon a szennyezés egy része is a szűrletbe kerül, miközben a vákuum is csökken. A szivatópalack oldalcsövét vastag falú gumicső segítségével összekötjük a vízlég- vagy a vákuumszivattyúval. A visszaszívás elkerülésére a szivattyú és a palack közé biztosítóedényt szerelünk, amely megakadályozza a szűrlet bejutását a szivattyúba. A vákuumban végzett szűrés az oldat tökéletesebb kinyerését biztosítja.



7. ábra
Szivatópalack Büchner-tölcsérrel

A szűrés befejezése után a forrón telített oldatból hűtés közben túltelített oldat jön létre és megindul a kristályok kiválása. A kristályméretet az oldat hűtésének sebességével szabályozhatjuk. Lassú hűtésekor nagyobb, gyors lehűtéssel kisebb méretű kristályok keletkeznek.

A túltelítést elérhetjük az oldat bepárlásával és kisebb oldóképességű oldószer beadagolásával is. A kristályok kiválása napokig is eltarthat.

A kivált kristályokat az anyalúgtól szűréssel vagy centrifugálással választjuk el. A szűrést követően a kristályokon maradt anyalúgot mosással távolítjuk el. Figyeljünk arra, hogy csak kis mennyiségű hideg oldószert alkalmazzunk mosásra, a visszaoldás elkerülése végett. A mosás után a kristályokon maradt oldószert száritással távolítjuk el. Hőre érzékeny anyagokon levegőt szívatunk át, vagy a szűrőpapírra szétterített anyagot néhány napig állni hagyjuk. Gyorsabb a szárítás exsikkátorban (8. kép), ahol az alkalmazott szárítószer az elpárolgott oldószert fizikai vagy kémiai úton megköti.

8. kép
Exszikkátor

Nem nedvszívó és hőre nem érzékeny kristályokat infravörös lámpa alatt vagy szárítószekrényben (9. kép) száríthatunk. Ügyeljünk arra, hogy a szárítás hőmérséklete legalább **20-30 °C**-kal az anyag olvadáspontja alatt legyen.

Tűz és robbanásveszélyes oldószertartalmú anyagot tilos szárítószekrényben szárítani!

9. kép
Szárítószekrény

2. Desztillálás

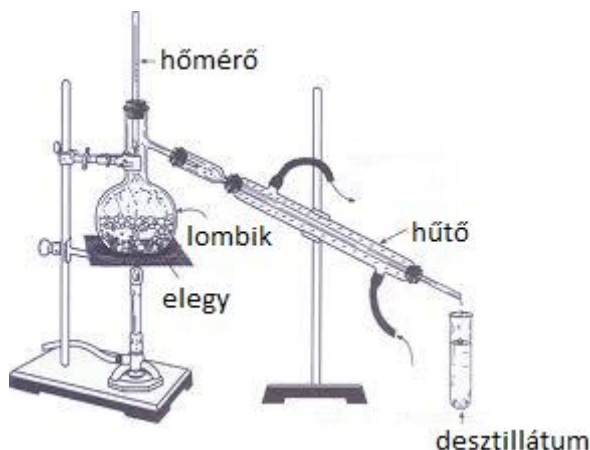
A desztillálás az a fizikai művelet, amely során a folyadékot forráspontján gőzzé alakítjuk, a gőzöket külön térbe elvezetve kondenzáltatjuk. Desztilláláskor tehát a folyadékot vagy a folyadékelegyet részben vagy egészben gőzzé alakítjuk. A desztillálás műveletét alkalmazhatjuk folyadékok és az alacsony olvadáspontú szilárd anyagok tisztítására, vagy az egymástól eléggően eltérő forráspontú komponensekből álló folyadékelegyek szétválasztására.

Az atmoszférikus desztilláció (más néven: légköri desztilláció) alkalmazása bizonyos mértékig korlátozott, mivel a szerves anyagok egy része a magas hőmérséklet és a levegővel való érintkezés hatására bomlik. Az ilyen anyagok csak kíméletes körülmények között desztillálhatók kémiai változás nélkül. A kíméletes desztillációt úgy valósíthatjuk meg, hogy vagy a folyadék feletti nyomást csökkentjük, vagy a folyadék belsejében lévő nyomást – inert anyag bevezetésével – megnöveljük. Az előző esetben vákuumdesztillációt végzünk. Az utóbbi esetben, ha inert anyagnaként vízgőzt alkalmazunk, amelynek a nyomása hozzáadódik az anyag gőznyomásához, vízgőz-desztillációt alkalmazunk.

Ritkábban alkalmazott műveletek: a frakcionált, az azeotróp és a molekuláris desztilláció.

A légköri desztillálás

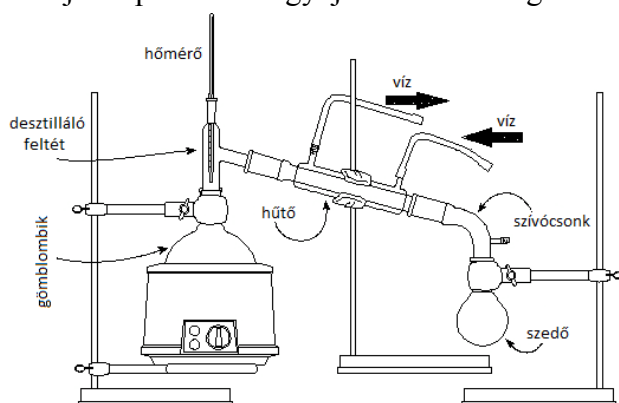
Ez a művelet alkalmas valamely folyadéknak a nem illékony-, vagy jelentős mértékben eltérő forráspontú illékony szennyeződésektől való tisztítására.

10. ábra
Légköri desztilláló berendezés

A folyadékot frakcionáló lombikból párologtatjuk el, amely egy oldalcsővel ellátott hosszúnyakú gömblombik (10. ábra). Az oldalcső a nehezen illó anyagoknál távolabb van a lombik gömbölyű részétől. Az alkalmazott frakcionáló lombik nagyságát a desztillálendő folyadék mennyisége határozza meg. *Ha lombikot jobban megtöltjük, a forrásban lévő anyag is átkerülhet a szedőbe!* A lombik nyakába egyfuratú parafa dugó segítségével a desztillálendő anyag forráspontjának megfelelő méréstartományú hőmérőt helyezünk úgy, hogy a hőmérő higanytartálya a lombik oldalcsővével azonos magasságba kerüljön.

A fűtés módja a desztillálendő anyag forráspontjához és tűzveszélyességéhez igazodik. Egyenletes forrást biztosít a lombik fürdővel való melegítése. A fürdő hőmérséklete kb. **20 °C**-kal haladja meg az anyag forráspontját. Az egyenletes melegítés olyan legyen, hogy másodpercenként két-három csepp desztillátumnál több ne jusson a szedőbe.

A frakcionáló lombik oldalcsővét egyfuratú parafa dugó segítségével Liebig-hűtővel kötjük össze. A **120 °C**-ig fejlődő gőzöket, a hűtőben ellenáramban haladó víz hűtőhatása kondenzálja. A párlat összegyűjtését a hűtő végéhez szerelt gölyaorr segítheti elő.



Alacsony forráspontú folyadékok desztillálását csiszolatos készülékben is végrehajthatjuk (11. ábra). A desztillációt ilyenkor gömblombikból végezzük, amelyet csiszolatos desztilláló feltét (pl. Claisen-feltét) köt össze a hűtővel. A kondenzátum elpárolgását a párlatgyűjtő edény jéggel vagy hűtőkeverékkel való hűtésével akadályozhatjuk meg.

11. ábra
Csiszolatos desztilláló készülék

A **150 °C** felett forró anyagok desztillációjakor a gőzök és a hűtővíz nagy hőmérséklet különbsége miatt a hűtő elrepedne, ezért léghűtést alkalmazunk.

A desztilláló készüléket mindig üresen szereljük össze, azután öntjük bele a folyadékot, és még hidegen beletesszük a forrkövet.

A vákuumdesztillálás

Azokat az anyagokat, amelyek közönséges nyomáson bomlás veszélye nélkül nem desztillálhatunk, kíméletes körülmények között desztilláljuk. Egyik kíméletes desztillálási mód a vákuumdesztillálás.

A folyadék fölötti tér nyomásának csökkentésével a forráspontot **100-200 °C**-kal is leszállíthatjuk. A vákuumban várható forráspont kb. **15 °C**-kal csökken, ha a nyomás értékét a felére csökkentjük. Így a *760 torr nyomáson 200 °C-on* forró folyadék forráspontja *380 torr-on* kb. *185 °C*, *95 torr-on* kb. *155 °C*.

A vákuumdesztillációhoz leggyakrabban Claisen-feltéttel ellátott lombikot használunk, amelynek egyik nyakába kapilláríst, a másik nyakába hőmérőt helyezünk. A kapilláríst és a hőmérőt jól záró dugóval erősítjük a lombik nyakába.

12. ábra
Csiszolatos vákuumdesztilláló készülék Claisen-feltéttel

Ha az oldószer-gőzök a dugóval érintkezve szennyezik az oldatot, akkor csiszolatos készülékkel dolgozunk (12. ábra). Az egyenletes forrás biztosítására a lombikba benyúló kapil-



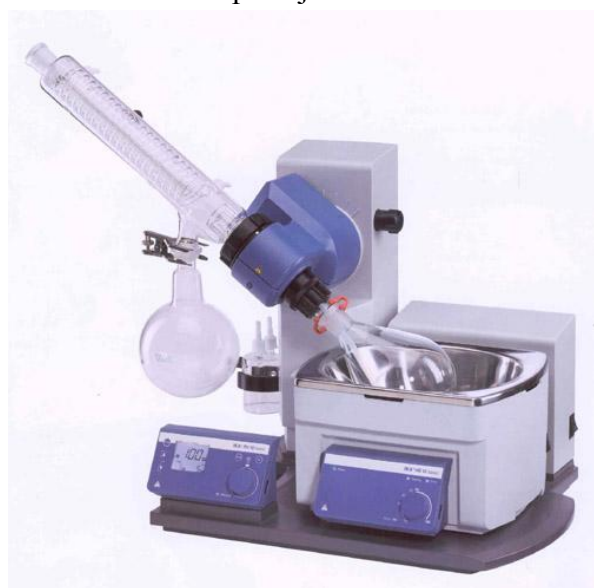
lárison keresztül levegő kerül a folyadékba. A desztillátum hűtését a forráspontjától függően különböző hűtőkkel végezzük. A párlatokat gömblombikba szedjük. A hűtő és a lombik közé szívócsonkot iktatunk, amelyhez a vákuum-vezeték csatlakoztatjuk.

Vákuumot laboratóriumban vízsugár- vagy olajgyűrűs- szivattyúval állítunk elő. A kialakult vákuum mérésére a szivattyú és a készülék közé valamilyen nyomásmérőt csatlakoztatunk. Vigyázni kell arra, hogy az anyag gőzei ne kerüljenek a nyomásmérőbe. A vákuumszivattyú és a desztillálókészülék közé minden esetben teszünk egy előtétpalackot is, amelyet csappal látunk el. A rendszerben lévő vákuumot a csap megnyitásával szüntethetjük meg. Az előtétpalack (vagy más néven csapda) megakadályozza a desztillálandó anyag szivattyúba jutását.

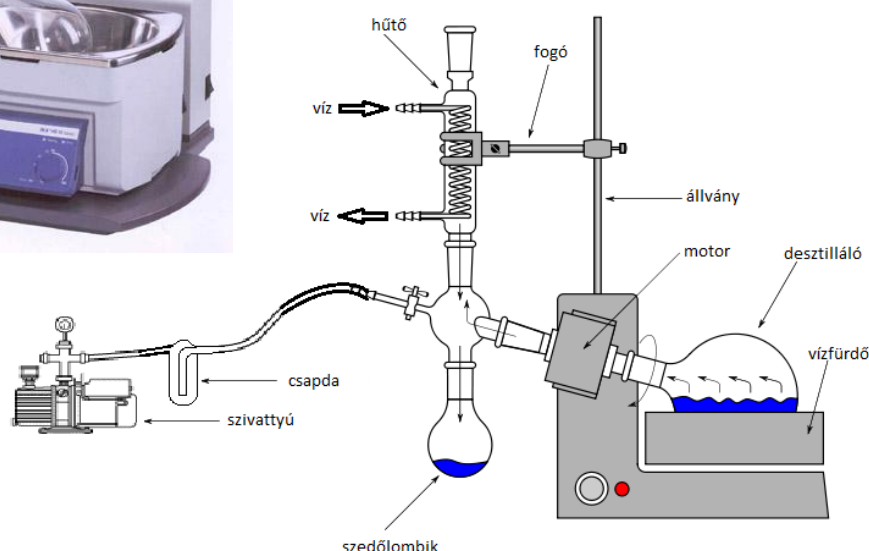
Vákuum létesítéséhez erősebb falú gumicsövek, ép dugók, jól záró csiszolatok és csapok szükségesek. A vákuumdesztilláció közben a védőszemüveg használata kötelező!

A desztillálás megkezdése előtt a tömítéseket az összeszerelt készülék vákuum alá helyezésével ellenőrizzük. A lombikot félig töltjük desztillálandó folyadékkal, bekapcsoljuk a szivattyút és a megszivatott anyagot víz- vagy olajfürdőben, ritkábban rezsóval melegítjük. Az alacsony forráspontú anyagok túlhevülésének elkerülésére a desztilláló lombik melegítését csak a vákuum beállítása után kezdjük meg. A melegítő fürdő hőmérséklete **20 °C**-kal legyen magasabb az anyag vákuumban várható forráspontjánál. A melegítő folyadék felszíne magasabban legyen, mint az elpárologtatandó folyadéké.

A desztillálás befejezésekor először megszüntetjük a fűtést, majd a desztillációs maradék lehűlése után kikapcsoljuk a vákuumot.



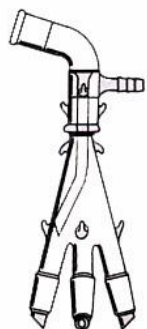
Vákuumbepárlásra igen jól alkalmazható a rotációs készülék („rotadeszt”) (13. kép és 14. ábra). A bepárlandó folyadék kis részletét ferdén elhelyezett gömblombikba tesszük, amely melegítő fürdőbe merül. A lombikot motorral lassan forgatjuk, miközben a lombik falán nagy felületű folyadékfilm keletkezik, amely vákuumban forrás nélkül is gyorsan desztillál.



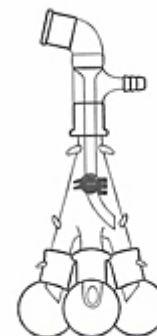
13. kép és 14. ábra
Egy rotadesztről készült
fénykép és sematikus rajz

Folyadékelegyek szétválasztására is alkalmas a vákuumdesztilláció, ha a komponensek különböző forráspontjainál meg tudjuk oldani a szedőcserét. Megfelelő előtétek alkalmazásával (15. ábra) a szedőcserét a vákuum megszüntetése nélkül is biztosíthatjuk. Az előtét csiszolattal csatlakozik a párlatgyűjtőhöz és több elágazású, amelyhez külön-külön

szedőlombik csatlakozik. Az előtét megfelelő időben való elfordításával a következő frakció a másik szedő-edénybe kerül.



15. ábra
Több frakció gyűjtésére szolgáló előtét
(jobbra lombikkal)



A vízgőz-desztillálás

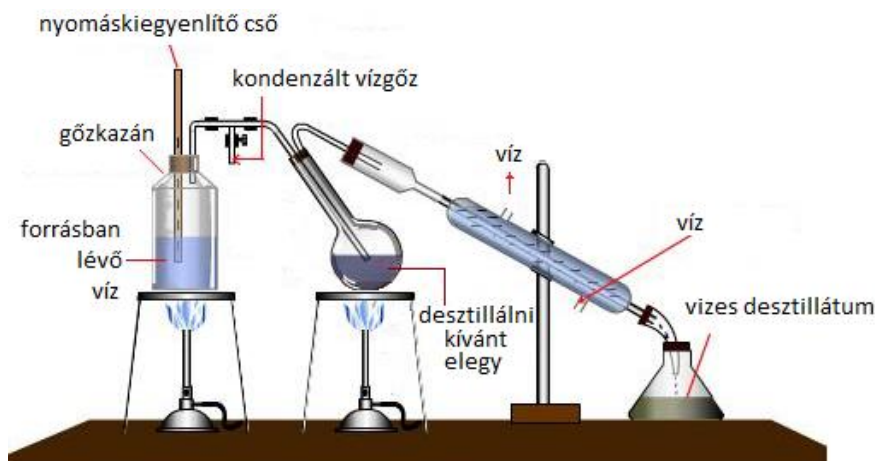
Magasabb hőmérsékleten forró, hőérzékeny, vízgőzzel illó, vízzel nem, vagy csak kevésbé elegyedő anyagok kíméletes desztillációját vízgőz-desztillációval is megvalósíthatjuk. A desztillálandó folyadék belsejébe vezetett vízgőz nyomása hozzáadódik az anyag gőznyomásához, vagyis növeli a folyadék belsejében lévő gőznyomást.

Az elegy forráspontja alacsonyabb lesz, mint bármelyik komponensé és mindaddig állandó, amíg valamelyik komponens el nem párolog.

Ha a vízgőzzel illékony anyag alacsony hőmérsékleten vízben nem oldódik, akkor a gőzök kondenzálódása után az anyag elválik a víztől. A vízben gyengén oldódó anyagokat kisózással nyerhetjük ki a kondenzátumból.

A vízgőz-desztilláció egyszerűbb eszközökkel valósítható meg, mint a vákuumdesztilláció, de energia szükséglete igen nagy. A vízgőz-desztilláló készülék gőzfejlesztő kazánból, gőzbevezető és elvezető csövek-

ből, hosszú nyakú lombikból, hűtőből és szedőből áll (16. ábra). A vaslemezről készült, vízszintmutatóval ellátott kazánt kétharmadáig töltjük vízzel, s melegítjük.



16. ábra
Vízgőz-desztillációs készülék

cső biztosítja a szükséges túlnyomást, és a gőz útjának esetleges eltömődésekor megakadályozza a készülék robbanását. Nagy nyomás fellépésekor a kazánban lévő víz a nyomáskiegyenlítő csövön keresztül távozik. A kazán és a lombik között kondenzvíz leeresztő csap van, amelyet csak akkor zárunk el, ha a kazánban lévő víz forr. A desztilláció során a kazánt vasháromlábba állítjuk.

A kazánból eltávozó vízgőz a hosszú nyakú lombik aljára jutva átbuborékol a lombikban elhelyezett desztillálandó anyagon. Vigyázni kell, hogy a desztillálandó folyadék ne legyen több a lombik térfogatának 1/3-ánál, mert egyébként áthabzás történhet. A gőzbevezetés előtt

A majdnem a kazán aljáig érő nyomáskiegyenlítő

az anyagot közel **100 °C**-ra melegítjük, hogy a lombikban a vízgőz kondenzálását megakadályozzuk.

A vízgőz a folyadékból magával ragadja az illékony vegyületeket és az elegy a hűtőben kondenzál. A párlatot Erlenmeyer-lombikban fogjuk fel. A desztillálást addig folytatjuk, amíg a hűtőből már csak tiszta víz csepeg ki. Ha a hűtőben kikristályosodik az anyag, akkor rövid időre elzárjuk, majd leengedjük a hűtő-vizet. A gőz megolvasztja a kristályokat és az anyag a szedőben gyűlik össze.

A desztillálás befejezésekor először a kondenzvíz leeresztő csapját nyitjuk ki, és csak ezek után oltjuk el a kazán alatt lévő gázégőt. Ellenkező esetben a lehűlt kazánban fellépő vákuum a lombik tartalmát beszívhatja a kazánba. Az így gőztelenített (és lehűlt) készüléket szétszerelhetjük.

3. Az adszorpció

Az adszorpció valamely anyagnak szilárd anyagon (adszorbensen) való megkötődését jelenti. Az adszorbensen a különböző szerkezetű anyagok különböző erősséggel kötődnek meg. Adszorpcióval oldatokat és gázokat tisztíthatunk és komponenseikre szétválaszthatjuk. A szerves preparatív laboratóriumi munka során leggyakrabban oldatokat derítünk és színtelenítünk. A tisztítás és az elválasztás másik fajtájával, az oldatok és a gázelegyek egy vagy több komponensének megkötésével, kinyerésével az adszorpciós kromatográfia foglalkozik.

Derítést akkor végzünk, ha valamely oldat kolloid szennyeződéseket tartalmaz. A kolloid szennyeződések zavarják az oldatok tisztítását, elemzését, akadályozzák az oldatból való kristálykiválást. Pl. a víz kolloid szennyeződései zavarják a víz savasságának és lúgosságának meghatározását. A szerves készítmények előállítása során keletkező reakcióelegyek gyakran tartalmaznak színes szennyeződéseket, amelyek lerakódva a kristálygócokra akadályozzák a kristályok növekedését, a kristályok kiválását az oldatból. A nehezebben kiváló kristályok színes zárványokat tartalmaznak, nem tiszták. A színes szennyeződéseket tartalmazó oldatokat adszorbensek segítségével színtelenítjük.

A gyakorlatban nem mindig teszünk különbséget a derítés és a színtelenítés között azért, mert mindkét esetben adszorpciót végzünk.

Az oldat színtelenítése során nem mindig előnyös az oldat forralása. A melegítés csökkentheti az adszorpció mértékét, s az adszorbens felületén megkötött levegő káros oxidációs folyamatokat idézhet elő. Ilyenkor kerüljük az oldat melegítését, az oldat adszorbenssel való keveredését mechanikai keveréssel vagy rázogatással segítjük elő. Az oldat forralása előnyös akkor, ha az oldat telített, mert töményebb oldatból jobban adszorbeálódhatnak a színes szennyeződések és a tiszta oldott anyagot utána gyorsan kikristályosíthatjuk. A melegítés előnyös akkor is, ha a színes szennyeződéseket az adszorbens felületén megkötött levegő oxidálja, s így távolítja el. Az alkalmazott adszorbens az oldott anyagon és a szennyeződésen kívül függ az alkalmazott oldószertől és az oldat pH-jától is.

Adszorbensként poláros oldószerben leggyakrabban aktív szenet, apoláros oldószerben Al_2O_3 -ot alkalmazunk. A forgalomba hozott aktív szén erősen lúgos oldatban nem használható, mert belőle színes anyag oldódik ki, amely átmegy a szűrőn. Erősen lúgos oldat derítéséhez és színtelenítéséhez savval kezelt aktív szenet alkalmazunk. A savval való kezelést úgy végezzük, hogy az aktív szenet először híg sósavval, azután desztillált vízzel mossuk. Az oldat színtelenítésekor leggyakrabban úgy járunk el, hogy az adszorbenst elkeverjük a hideg oldattal, az elegyet felforraljuk, majd szűrjük. A színtelenítést minél kevesebb adszorbenssel végezzük, mert a nagy mennyiségben jelen lévő adszorbens megköti a komponenseket is, anyagvesztést okoz. Az adszorpciós egyensúly beállításához időre van szükség, ezért helytelen az oldat azonnali szűrése.

A szerves anyagok tisztasági fokának vizsgálata

A szerves anyagok tisztasági fokának megállapítása igen fontos további felhasználásuk szempontjából. Leggyakrabban a fizikai állandók mérése segítségével győződünk meg az anyag tisztaságáról. A tiszta anyagok esetében a fizikai állandók mért értékeinek és az irodalomban található adatoknak összehasonlításával ismeretlen vegyületeket, anyagokat azonosíthatunk. A méréseket gyorsan, megbízhatóan és viszonylag egyszerű készülékekkel elvégezhetjük. Szilárd kristályos anyagoknál elsősorban az olvadáspontot, folyékony anyagoknál pedig a forráspontot határozzuk meg. Gyakran alkalmazzuk szerves anyagok tisztasági fokának vizsgálatára a sűrűség-, az oldhatóság-, a viszkozitás-, a fajlagos forgatóképesség-, a fénytörőképesség-, az elektromos vezetőképesség-, az ultraibolya és az infravörös fényelnyelés, illetve a kromatográfias meghatározásokat.

1. Olvadáspont-meghatározás

Az olvadáspont a kristályos anyagra jellemző, meghatározott hőmérsékleti érték, amelyen a kristályhalmaz összeomlik, s a szilárd anyag folyékony halmazállapotúvá alakul. Ezen a hőmérsékleten a szilárd anyag és az olvadéka egyensúlyban van egymással. Az olvadáspont az anyag szerkezetétől függő fizikai állandó. Egységes tiszta anyagnak általában éles, egy fokon belüli eltéréssel észlelhető olvadáspontja van.

Az anyagok olvadáspontját befolyásoló tényezők: *az anyag szennyezettségének a mértéke, a szennyező anyag minősége, a kristályvíz- és a nedvességtartalom.*

A nem egységes anyagok mért olvadáspontja alacsonyabb, mint a keveréket alkotó tiszta anyagok bármelyikének olvadáspontja (fagyáspont-csökkenés törvénye).

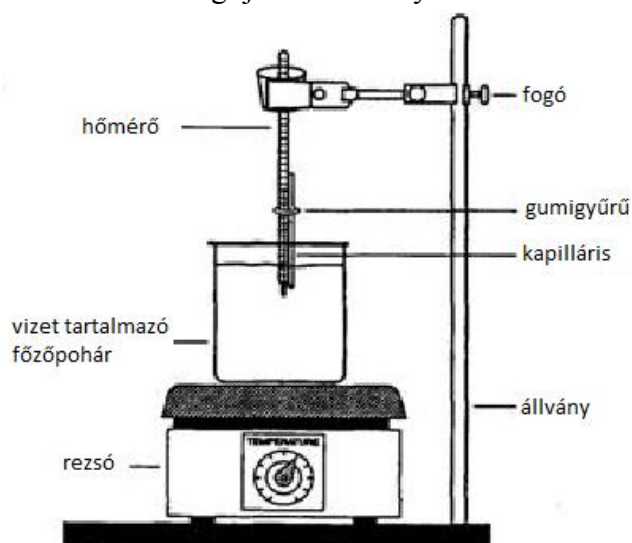
Vannak anyagok, amelyek olvadáspontjuk körül elbomlanak. Ilyenkor az anyag megolvadása előtt elszíneződik, megbarnul, esetleg belőle gáz fejlődhet. Ezeknek az anyagoknak bomláspontjuk van.

Pontos méréseknél – mivel a hőmérő teljes terjedelmével nincs benne az anyagban – higanyszál korrekciót is alkalmazni kell. A pontos értéket úgy kapjuk, hogy a szálskorrekció értékét hozzáadjuk a mért hőmérséklethez. Mivel a nedvességtartalom meghamisítja a vizsgálat eredményét, az anyagot meghatározás előtt szárítani kell.

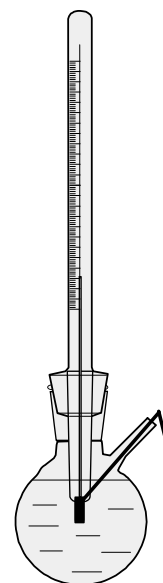
Az olvadáspontot gyorsan és megközelítően kapillárisban határozzuk meg. A kapillárisban lévő anyagot a hőmérőhöz erősítjük, hőközlő folyadékba merítjük, majd azt lassan melegítjük. A kristályok összeomlásakor leolvassuk a hőmérsékletet.

Hőközlő folyadékként **100 °C** alatt vizet (17. ábra), magasabb hőmérsékleti tartományokban paraffin- vagy szilikonolajat alkalmazunk. (18. ábra).

17. ábra
Olvadáspontmérés vízfürdő alkalmazásával



18. ábra
Olvadáspont módosított Kjeldahl-lombikban (szilikon- vagy paraffinolaj fürdőt alkalmazva)



Mivel a meghatározás pontossága függ a melegítés sebességétől, ezért az olvadáspont alatt **10-15 °C/perc**, az olvadáspont közelében **2-3 °C/perc** legyen a hőmérsékletemelkedés. Minden esetben végezzünk párhuzamos méréseket, az eredményeket pedig átlagoljuk.

2. A vékonyréteg kromatográfia (VRK)

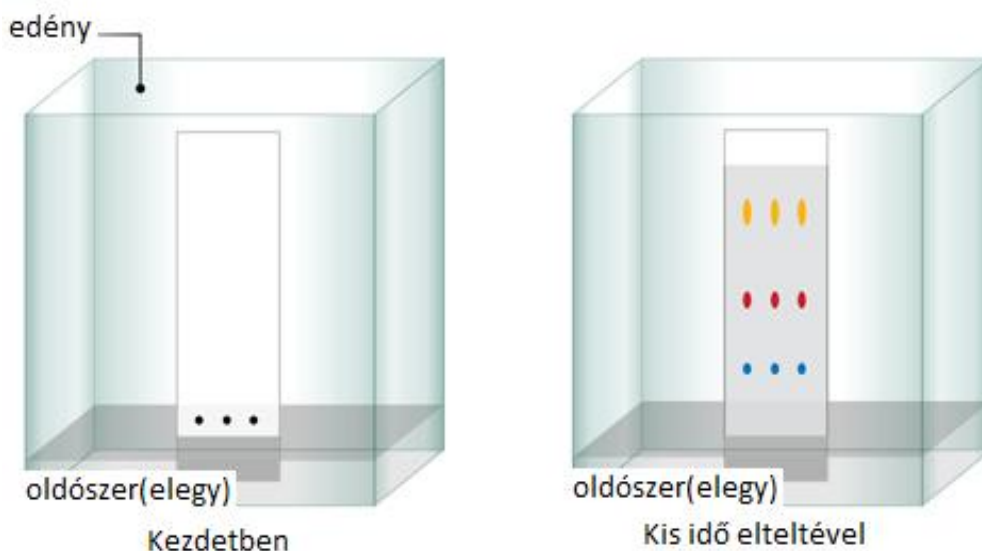
A kromatográfias módszerek anyagkeverékek komponenseikre történő elválasztására szolgálnak. Valamennyi kromatográfias módszer azon alapul, hogy egy álló rész és egy mozgó fázis között oldódás vagy adszorpció folytán megoszlási egyensúly áll be. Az erre jellemző megoszlási hányados az anyagkeverék komponenseire eltérő (lehet), ami megfelelően kialakított kísérleti körülmények között a komponensek elválasztását eredményezi.

A vékonyréteg kromatográfia álló fázisa (leggyakrabban szilikagél) egy sík felületen van elhelyezve igen vékony bevonat/réteg formájában. Mozgó fázisként leggyakrabban oldószerkeletet alkalmazunk. Az adszorbens réteg méreteiből következően csak igen kis mennyiségek elválasztását lehet így megoldani, ezért a módszert analitikai célokra alkalmazzák (pl.: anyagok tisztaságának ellenőrzésére, reakciók követése)

A vékonyréteg kromatográfiához szükséges réteget egyszerűen magunk is elkészíthetjük, azonban ma már szinte kizárólagosan a kereskedelmi forgalomban kapható üveg, alumínium vagy műanyag hordozóra felvitt rétegeket használjuk. Az utóbbiak előnye, hogy ollóval tetszőleges méretűre szabhatók. A legtöbb célra 3x8 cm-es réteg megfelelő, de ettől eltérő méreteket is választhatunk.

A minta felvitele

A vizsgálandó mintából könnyen illó oldószerrel oldatot készítünk, és ezt kihúzott végű kapillárisal a réteg aljától 1-1,5 cm-re grafitceruzával húzott startvonalra cseppentjük (19. ábra). Az oldószer eltávozását hajszárítóval gyorsíthatjuk. Összehasonlításként kiindulási anyagot, azonosító referenciaanyagot (standard) is felvihetünk. A startvonalon a felvitt foltok kb. 1 cm-re legyenek egymástól.



19. ábra

A minta felcseppentése és futtatása

A futtatás kivitelezése

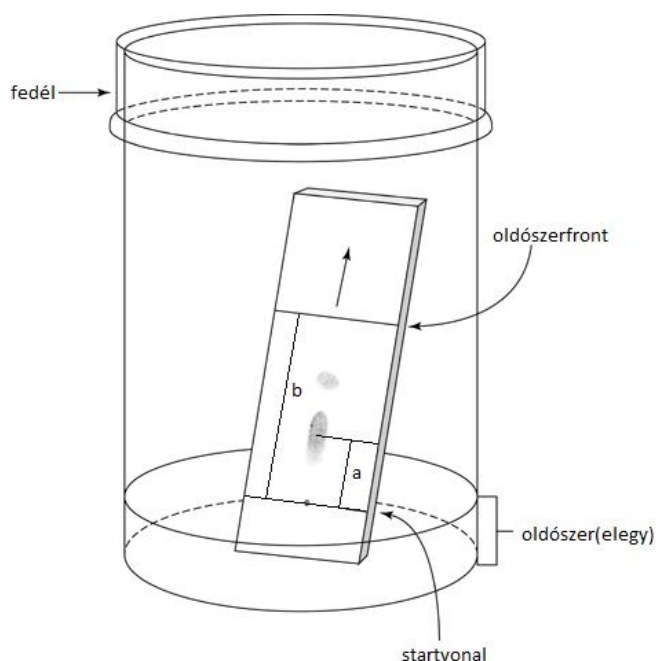
A futtatáshoz a kiválasztott oldószert egy lefedhető edénybe tesszük (ez lehet óraüveggel lefedett főzőpohár, de akár egy üveglappal lefedett üvegcád, vagy éppen befőttesüveg is). Az oldószerréteg magassága kb. 0,5 cm legyen. A felcseppentett lemezt ebbe helyezzük úgy, hogy a startvonal mindenképpen az oldószert felszíne fölé kerüljön. A futtatás során az edényt zárva tartjuk. Az oldószert a réteg kapillaritása miatt felfelé halad. A futtatást addig célszerű végezni, amíg az oldószertfront meg nem közelíti a réteg felső részét **3-5 mm-re**.

A kromatogram detektálása

A kifejlesztett kromatogramot – hacsak a vizsgált anyagok nem színesek – láthatóvá, detektálhatóvá kell tennünk. E célra fizikai és kémiai módszerek alkalmazása a leggyakoribb és a leggyorsabb, de más, például biológiai lehetőségek is ismertek. Az egyik legegyszerűbb detektálási módszer a vegyületek ultraibolya abszorpcióján (elnyelésén) alapul. A rétegeket úgy készítik, hogy rajta a foltok UV-fényben sötét foltként jelennek meg.

A kémiai reakciókkal történő kimutatás úgy történik, hogy specifikus és nem-specifikus oldatokat porlasztunk a rétegre, melyek hatására a foltok megjelennek. A reagensek néha csak melegítés vagy egyéb utókezelés mellett segítik a detektálást.

A kromatogram leírása



A VRK-n egy adott anyagot az R_f -értékekkel jellemezhetünk. Ennek számításához az adott folt startponttól mért távolságát osztjuk az oldószertfront startponttól mért távolságával (20. ábra). A kromatogramot a jegyzőkönyve lerajzolhatjuk vagy beragaszthatjuk. Ha erre nincs lehetőség, akkor az egyértelmű leíráshoz szükséges a futtatószer (oldószerelegy), az R_f -érték és a detektálás módjának megadása.

$$R_f = a/b \quad (\text{nincs mértékegység!!!})$$

20. ábra
A minta futtatása és kiértékelése

Parafa- és gumidugók, dugófúrás

A dugó méretét mindig úgy válasszuk meg, hogy kétharmada vagy fele az edényben legyen, az egyharmada vagy fel pedig kiálljon. A parafa dugó csak akkor illeszkedik szorosan az edény nyakához, ha dugópuhítóval megpuhítjuk.



A gumidugók az edények légmentesebb bedugaszolását teszik lehetővé. Benzint, benzolt, kloroformot, acetont, szén-diszulfidot és tömény savakat tartalmazó üveget nem szabad gumidugóval elzárni, mert ezek a gumit megtámadják.

A készülékek összeszerelésekor gyakran át kell fúrunk a dugót, hogy üvegcsövet, hőmérőt stb. helyezhessünk bele.

21. kép
Kézi dugófűrő-sorozat

A kézi dugófűrő fémcső, melynek egyik végén fogantyú van, másik vége pedig éles (21. kép). A fűrőszorozatból kikeressük a dugóba illesztendő üvegcső átmérőjének megfelelő dugófűrőt. A dugót a bal kezünkbe vesszük, majd keskenyebb lapja felől nyomással és forgatással átfúrjuk, vigyázva arra, hogy a fűrő a dugó lapjára merőlegesen haladjon előre. Még jobb, ha a dugót deszkalapra (nem asztalra és nem fémre!) állítjuk és fúrás közben a fűrőt függőlegesen tartjuk. A fűrőben maradt kivágott dugódarabot fémpálcával kinyomjuk. Ha a furat túl szűknek bizonyul, gömbölyű reszelővel megnagyobbítjuk. Fúráskor kézben tartott parafa dugó végét a fűrő szakítja, a perem egyenlőtlen lesz. Ezt elkerüljük, ha a fűrőt a teljes kifúrás előtt (amikor a fűrő végén kidudorodik a parafa) kihúzzuk, és a fúrást a másik oldalról fejezzük be.

A gumidugót ugyanúgy fúrjuk, mint a parafa dugót. A nagyobb ellenállás miatt kézzel nagyon nehéz gumidugót fúrni, ezért célszerű inkább dugófűrőgépet használni. A gumi rugalmassága miatt és a súrlódás csökkentése végett a fűrőt tömény lúggal, vazelinnel vagy glicerinnel szokták megkenni. Ha ugyanabban a dugóban több furatot kívánunk készíteni, a furatok helyét előzetesen megjelöljük. Két furat között legalább 2 mm távolság legyen, különben a furat oldalfala könnyen átszakad.

Előkészületek a reakciók végrehajtásához, jegyzőkönyvvezetés, preparátum-beadás

A laboratóriumi munkának fontos velejárója a jegyzőkönyv vezetése. A jegyzőkönyv alapján meg kell tudni ismételni a végzett kísérleteket. Ez a követelmény arra kell, ösztönözzön mindenkit, hogy a reakcióval kapcsolatos minden megfigyelést rögzítsen.

A laboratóriumi jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a következő adatokat:

- a munka végzésének idejét;
- a munka címét;
- a receptet;
- a reakcióegyenlet(ek)et (lehetőség szerint szerkezeti képletekkel);
- a felhasznált kiindulási anyagokat és azok mennyiségeit (g-ban, illetve cm^3 -ben);
- a készülék vázlatos rajzát;
- a tapasztalatokat (színváltozás, gázfejlődés, felmelegedés, csapadék kiválása, oldódás stb.);
- a kinyerési és tisztítási eljárásokkal kapcsolatos információkat;
- 2-3 soros magyarázatot a tapasztaltakkal kapcsolatban.

A jegyzőkönyvet otthon előre el kell készíteni, a gyakorlaton már csak a méréseket és tapasztalatokat kell abba feljegyezni. A preparátum beadása csak kész jegyzőkönyvvel lehetséges.

Munkavégzés ideje	<u>Borminta alkoholtartalmának meghatározása desztillációval</u>	Név:
		Osztály:
		Laborszám:

1. A munka célja:

- eltérő forráspontú folyadékelegy szétválasztása

2. Szükséges anyagok:

- borminta ($\sim 100 \text{ cm}^3$)
- forrkő

3. Szükséges eszközök:

- üvegeszközök: 1 db frakcionáló lombik, Liebig-, vagy golyóshűtő, 1 db Erlenmeyer-lombik
- fémeszközök: 2 db Bunsen-állvány, 3 db kettősdíó, 3 db lombikfogó
- 1 db hőmérő, 2 db lyukas parafa- vagy gumidugó
- fűtőkosár, vízfürdő, rezsó vagy gázégő

4. Munkabiztonsági előírások:

- rezsó vagy fűtőkosár használat!

Etil-alkohol



H225
P210

5. Recept:

Egy 250 cm^3 -es frakcionáló lombika bemérünk $\sim 100 \text{ cm}^3$ ismeretlen összetételű bormintát, amit forrkő hozzáadása mellett légköri desztilláló-készülék segítségével szétválasztunk. Írjuk fel a forrás beindulási hőfokát (hőmérőről leolvasva), illetve az első csepp kondenzátum megjelenésének hőmérsékleti pontját is rögzítsük. Amint az intenzív forrás abbamarad, mérjük le a kondenzátum térfogatát mérőhengerrel, majd számítsuk ki a kiindulási elegy alkoholtartalmát térfogatszázalékban!

6. Megfigyelés, tapasztalat, magyarázat:

Kiadott minta térfogata:

cm^3

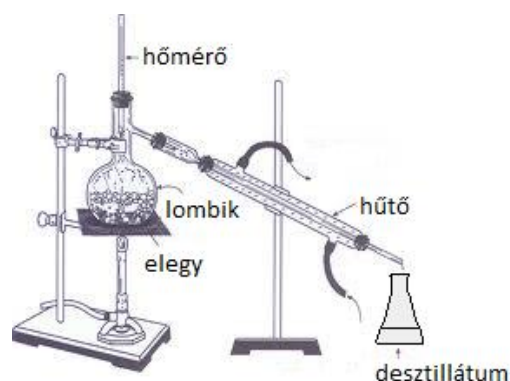
Desztillátum térfogata:

cm^3

Térfogatszázalék számítása:

Tapasztalat:

Magyarázat:



Munkavégzés ideje	<u>Bázisos réz(II)-karbonát előállítása</u>	Név:
		Osztály:
		Laborszám:

1. A munka célja:

- egyszerű preparatív eljárások alkalmazása

2. Szükséges anyagok:

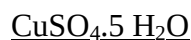
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (~5 g)
- NaHCO_3
- híg BaCl_2 -oldat

3. Szükséges eszközök:

- üvegeszközök: 2 db főzőpohár, tölesér
- fémeszközök: 1 db drótháló, 1 db szűrőállvány, 1 db szűrőkarika
- porcelántál
- rezsó vagy gázégő, esetleg vízfürdő

4. Munkabiztonsági előírások:

- rezsó használat!



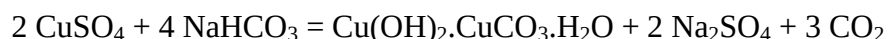
H302
H315
H319
H410
P273
P302+P352
P305+P351+P338



H301
H332
P301+P310

5. Recept:

A réz(II)-sók vizes oldatából alkáli-karbonátok (hidrogén-karbonátok) hatására általában változó összetételű bázisos réz(II)-karbonátok válnak le:



~ 5 g (~ $2 \cdot 10^{-2}$ mol) $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ -ot, majd számított mennyiségű nátrium-hidrogén-karbonátot oldjunk fel külön-külön ~ 70-70 cm³ vízben. A nátrium-hidrogén-karbonát oldásánál melegítést **csak mérsékelten** alkalmazzunk, mert magasabb hőmérsékleten az anyag bomlik. A CuSO_4 -oldatot hidegen, kevergetés közben öntsük a nátrium-hidrogén-karbonát-oldathoz. FIGYELEM! Az összeöntést lassan, nagy odafigyelés mellett végezzük, mert

a felszabaduló szén-dioxid-gáz erős pezsgést okozhat. Az összeöntést követően kékeszöld színű, pelyhes csapadék keletkezik. A csapadékos oldatot tegyük 45-60 percre vízfürdőre, ezáltal tömörebb és szűrhetőbb lesz, a színe pedig zöldessé válik. A bázisos réz(II)-karbonátból álló csapadékot szűrőpapíron szűrjük meg és hideg vízzel addig mossuk, amíg a lecsepegő oldat BaCl_2 -oldattal már nem ad csapadékot. Az anyagot szárítószekrényben száríthatjuk.

6. Megfigyelés, tapasztalat, magyarázat:

A nátrium-hidrogén-karbonát-oldat készítése

$$M_{\text{NaHCO}_3} = 84 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}} =$$

$$g \text{ CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} = \frac{2 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow}{\text{mol CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow} \frac{4 \text{ mol NaHCO}_3}{\text{mol NaHCO}_3} =$$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = n_{\text{NaHCO}_3} \cdot M_{\text{NaHCO}_3}$$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = \quad \text{g}$$

$m_{\text{edény+réz-szulfát}}$	(g)	
$m_{\text{edény}}$	(g)	
$m_{\text{rész-szulfát}}$	(g)	

$m_{\text{edény+NaHCO}_3}$	(g)	
$m_{\text{edény}}$	(g)	
m_{NaHCO_3}	(g)	

Kitermelési hányad számolása

$m_{\text{edény+ bázisos réz-karbonát}}$	(g)	
$m_{\text{edény}}$	(g)	
$m_{\text{bázisos réz-karbonát}}$	(g)	



(gyakorlatilag kinyert termék tömege)

Az elméletileg keletkező bázisos réz-karbonát tömegének számítása:

$$M_{\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 239 \text{ g/mol}$$

$$\frac{2 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow}{\text{mol CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow} \frac{1 \text{ mol Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}{\text{mol Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} =$$

$$\frac{m_{\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}} = \frac{n_{\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}}{\text{g}} \rightarrow (\text{elméletileg várt termék tömeg})$$

$$\eta = \frac{a \text{ kivált bázisos réz – karbonát tömege}}{\text{az elméletile g keletkező bázisos réz – karbonát tömege}} \cdot 100 =$$

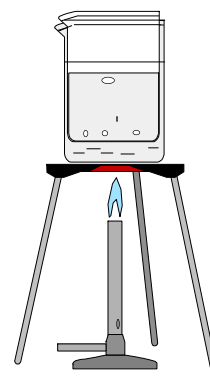
Tapasztalat:

- A kiindulási anyagok színei:
- A termék színe:
- Bekövetkező változások:
- A szűréshez használt szűrőpapír típusa:

A kivált bázisos réz-karbonát tömege:g.

A kitermelési hányad (η):%

Magyarázat:



Munkavégzés ideje	<u>Bórsav előállítása</u>	Név:
		Osztály:
		Laborszám:

1. A munka célja:

- egyszerű preparatív eljárások alkalmazása
- átkristályosítás

2. Szükséges anyagok:

- bórax (~ 10 g)
- sósav, 1:1 térfogatarányban hígított
- metilnarancs indikátor

3. Szükséges eszközök:

- üvegeszközök: 2 db főzőpohár, tölcser
- fémeszközök: 1 db drótháló, 1 db szűrőállvány, 1 db szűrőkarika
- gázégő

4. Munkabiztonsági előírások:Bórax

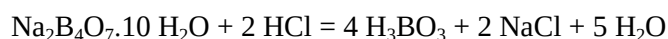
H360
P201
P308+P313

Sósav

H290
H314
H335
P280
P301+P330+P331
P305+P351+P338

5. Recept:

A kísérlet az alábbi reakción alapszik:



Mérjünk le ~ 10 g bóraxot ($M_{\text{bórax}} = 381,4 \text{ g/mol}$) és készítsünk belőle 50 cm^3 forró vízzel oldatot. Ha az oldat zavaros, szűrjük meg redős szűrőn. Ezután adjunk hozzá 1:1 tér-fogatarányban hígított meleg sósavat, az egyenlet alapján számított mennyiségnél 10 %-kal többet. Metilnarancs indikátorral ellenőrizzük, hogy az oldat savas kémhatású-e (kém-csőbe 1-2 cm^3 vizet, 1 csepp metilnarancs indikátort teszünk és ebbe 2-3 cseppet tegyünk az oldatból).

Hűtsük le az oldatot, a kristályokat szűrjük le és kevés hideg vízzel mossuk. Kristályo-sítsuk át a terméket. (100 g 20 °C-os víz 4,9 g, 100 °C-os víz 39,7 g bórsavat old.) Oldjuk fel a kristályokat számított mennyiségű forró vízben és tegyük az oldatot félre néhány napra kristályosodni. A kivált kristályokat szűrjük meg és szűrőpapír között szárítsuk meg. Az ortobórsav kristályvizet nem tartalmaz ugyan, azonban szárítószekrényben mégsem szárítható, mert már 50 °C-on vízvesztéssel metabórsavvá kezd alakulni ($\text{H}_3\text{BO}_3 = \text{HBO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Tömény kénsavval töltött exsikkátorban azonban bomlás nélkül megszáradhat.

Számítsuk ki a kitermelési hányadot!

6. Megfigyelés, tapasztalat, magyarázat:A szükséges HCl-oldat mennyiségének kiszámítása

$$\begin{array}{llll}
 & 1 \text{ mol bórax} \rightarrow & & 2 \text{ mol HCl} \\
 \text{g bórax (kimért)} = & \text{mol bórax} \rightarrow n_{\text{HCl}} = & & \text{mol HCl} \\
 M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol} & & \rho_{1:1 \text{ sósav}} = 1,10 \text{ g/cm}^3 &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 m_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}} \\
 m_{\text{HCl}} = \quad \quad \quad \text{g}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll}
 & 100 \text{ g HCl-oldat} \rightarrow & & 18,5 \text{ g HCl} \\
 m_{\text{HCl-oldat}} & \text{g HCl-oldat} \rightarrow m_{\text{HCl}} = & & \text{g} \\
 \downarrow & & & \\
 V_{\text{HCl-oldat}} = \frac{m_{\text{HCl-oldat}}}{\rho_{1:1 \text{ HCl-oldat}}} = & & \text{cm}^3 & (\text{elméletileg})
 \end{array}$$

$$\text{A 10 \% felesleget tartalmazó sósav térfogata:} \quad \text{cm}^3$$

Az átkristályosításhoz szükséges víz tömegének számítása

$$m_{\text{bórsav}} = \quad \quad \text{g}$$

$$\begin{array}{ll}
 39,7 \text{ g bórsavhoz} \rightarrow & 100 \text{ g (100 } ^\circ\text{C-os) víz kell} \\
 \text{g bórsavhoz} \rightarrow & \text{g (100 } ^\circ\text{C-os) víz kell}
 \end{array}$$

A kitermelési hányad számolása

$$m_{\text{kinyert bórsav}} = \quad \quad \text{g (gyakorlatilag kinyert bórsav tömege)}$$

Az elméletileg keletkező bórsav tömegének számítása:

$$M_{\text{bórsav}} = 62 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{llll}
 1 \text{ mol bórax} & & \rightarrow & 4 \text{ mol bórsav} \\
 \text{mol bórax (eredetileg kimért)} & \rightarrow n_{\text{bórsav}} = & & \text{mol bórsav}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 m_{\text{bórsav}} = n_{\text{bórsav}} \cdot M_{\text{bórsav}} \\
 m_{\text{bórsav}} = \quad \quad \quad \text{g} \rightarrow (\text{elméletileg várt termék tömege})
 \end{array}$$

$$\eta = \frac{\text{a kivált bórsav tömege}}{\text{az elméletileg keletkezett bórsav tömege}} \cdot 100 =$$

Tapasztalat:

A bórax színe:

Az átkristályosítás előtti bórsav tulajdonságai:

színe:

kristálmérete:

Az átkristályosított bórsav tulajdonságai:

színe:

kristálmérete:

Bekövetkező változások:

Az átkristályosítás után kivált bórsav tömege:g.

A kitermelési hányad (η):%

Magyarázat:

Munkavégzés ideje	<u>Naftalin átkristályosítása etanolból</u>	Név:
		Osztály:
		Laborszám:

1. A munka célja:

- átkristályosítás

2. Szükséges anyagok:

- naftalin (~ 10 g)
- etanol (40 + 10 cm³) /lehetőség szerint denaturált szeszt használjunk/
- aktív szén
- forrkő

3. Szükséges eszközök:

- üvegeszközök: 1 db gömblombik, Liebig-, vagy golyóshűtő, 1 db főzőpohár, szivatópalack, 1 db tölcsér
- fémeszközök: 1 db Bunsen-állvány, 2 db kettősdíó, 2 db lombikfogó, 1 db drótháló
- Büchner-tölcsér
- fűtőkosár, rezsó vagy vízfürdő

4. Munkabiztonsági előírások:

- rezsó vagy fűtőkosár használat!

Etil-alkohol

H225
P210

Naftalin

H302
H350
H410
P273
P281
P308+P313

5. Recept:

10 g naftalint 250 cm³-es csiszolatos gömblombikba teszünk és 40 cm³ denaturált szeszt (etanolt) adunk hozzá. Az elegybe néhány forrkövet teszünk. A lombikra visszafolyó hűtőt szerelünk és a tartalmát vízfürdön forraljuk. A hűtő tetején, ha nem oldódna a naftalin még 10 cm³ denaturált szeszt adhatunk a reakcióelegyhez. Az oldatot levéve a vízfürdőről kb. 2-3 percet hűlni hagyjuk és ~ 0,5 g aktív szenet teszünk bele. A hűtőt visszahelyezzük a lombikra és az elegyet újra felforraljuk. A forró elegyet melegvizes tölcsér és redős szűrőpapír segítségével leszűrjük. A szűrletet lehűtjük és a kiváló kristályokat Büchner-tölcséren vákuum segítségével leszűrjük. Ha maradna a szűrőpapíron is naftalin kevés hideg etanollal kimossuk. A terméket levegőn szárítjuk és számoljuk ki az átkristályosítás hatásfokát!

6. Megfigyelés, tapasztalat, magyarázat:

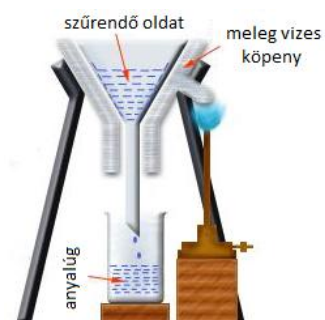
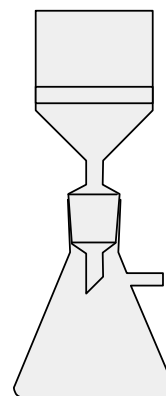
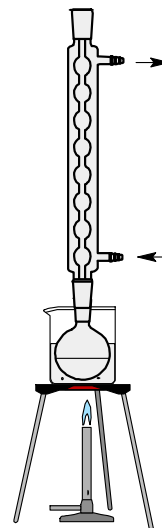
Kiadott minta tömege: g

Kinyert minta tömege: g

Tisztaság számítása:

Tapasztalat:

Magyarázat:



Munkavégzés ideje	<u>Propil-acetát előállítása propil-alkoholból</u>	Név:
		Osztály:
		Laborszám:

1. A munka célja:

- észterképződés

2. Szükséges anyagok:

- propanol (20 cm^3)
- jégecet (24 cm^3) /96 %-os ecetsav is megfelelő/
- tömény kénsav (2 cm^3)
- telített NaHCO_3 -oldat (30 cm^3)
- vízmentes Na_2SO_4
- forrkő

3. Szükséges eszközök:

- üvegeszközök: 1 db gömblombik, 1 db mérőhenger, 1 db dugattyús pipetta, 1 db Liebig-, vagy golyóshűtő, 1 db főzőpohár, 1 db választótölcsér
- fémeszközök: 1 db Bunsen-állvány, 2 db kettősdíó, 2 db lombikfogó, 1 db drótháló
- fűtőkosár vagy rezsó

4. Munkabiztonsági előírások:

- rezsó vagy fűtőkosár használat!

Propil-alkohol



H225
H318
H336
P210
P233
P305+P351+P338
P313

Jégecet



H226
H314
P280
P301+P330+P331
P305+P351+P338

Kénsav



H290

H314
P280
P301+P330+P331
P305+P351+P338

5. Recept:

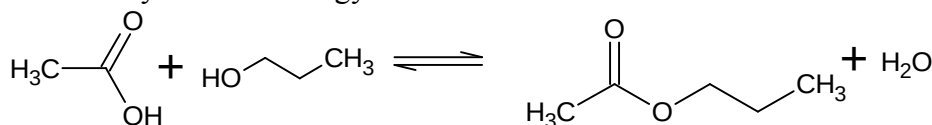
250 cm³-es csiszolatos gömblombikba mérjen be mérőhenger segítségével 20 cm³ n-propil-alkoholt és 24 cm³ 96 %-os ecetsavat. Az elegyhez ezután adjon dugattyús pipettával, fülke alatt, védőfelszerelésben 2 cm³ tömény kénsavat. Az elegyet tartalmazó lombikba szórjon néhány darab forrkövet, lássa el csiszolatos hőmérővel és szereljen rá egy visszafolyó hűtőt. (Ügyeljen a szabályos, feszülésmentes összeszerelésre!) Az elegyet forralja fűtőkosár segítségével kb. 1 órán át, majd a melegítés befejeztével várjon pár percet és utána hűtse le a lombikot a vízcsapnál. Ezután a terméket öntse egy főzőpohárba, melybe előzőleg 100-150 cm³ hideg vizet töltött. A két fázis szétválása után adjon az elegyhez kis részletekben, intenzív kevergetés közben 30 cm³ telített nátrium-hidrogénkarbonát-oldatot. Töltse a főzőpohár tartalmát választótölcsérbe és öntsön hozzá további 25-30 cm³ vizet, majd alaposan rázza össze néhányszor, ügyelve arra, hogy minden összerázás után levegőztesse fel a választótölcsér tartalmát. Ezután válassza el a felső észteres fázist az alsó vizes fázistól, és engedje Erlenmeyer-lombikba, amibe előzőleg kb. 4 g vízmentes Na₂SO₄-ot mért be. Hagyja száradni az észtert kb. 25-30 percet és szűrje le redős szűrőn. Mérőhengerben mérje le a termék térfogatát, majd számoljon kitermelési %-ot.

6. Megfigyelés, tapasztalat, magyarázat:

A bemért n-propil-alkohol térfogata: $V = \dots\dots\dots \text{cm}^3$
 n-propil-alkohol sűrűsége: $\rho = \dots\dots\dots 0,80 \text{ g/cm}^3$
 n-propil-alkohol tömege: $m = \dots\dots\dots \text{g}$
 $M_{\text{n-propil-alkohol}} = 60 \text{ g/mol}$

n-propil-alkohol anyagmennyisége: $n = \dots\dots\dots \text{mol}$

A lejátszódó folyamat reakcióegyenlete:



$M_{\text{n-propil-acetát}} = 102 \text{ g/mol}$
 $\rho_{\text{n-propil-acetát}} = 0,836 \text{ g/cm}^3$

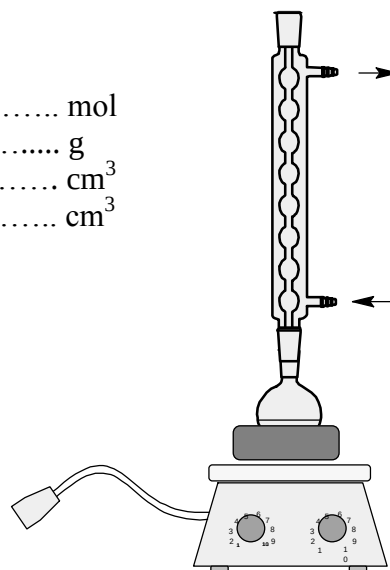
n-propil-acetát anyagmennyisége: $n = \dots\dots\dots \text{mol}$
 n-propil-acetát tömege: $m = \dots\dots\dots \text{g}$
 n-propil-acetát térfogata: $V_{\text{elméleti}} = \dots\dots\dots \text{cm}^3$
 kapott n-propil-acetát térfogata: $V_{\text{gyakorlati}} = \dots\dots\dots \text{cm}^3$

Kitermelési % számítás:

$\eta = \dots\dots\dots \%$

Tapasztalat:

Magyarázat:



Munkavégzés ideje:	<u>p-benzokinon előállítása</u> <u>hidrokinonból</u>	Név:
		Osztály:
		Laborszám:

1. A munka célja:

- szerves preparatív műveletek
- oxidáció

2. Szükséges anyagok:

- hidrokinon (4,1 g)
- kálium-bromát (2,2 g)
- 0,5 mol/dm³ koncentrációjú kénsavoldat (2 cm³)

3. Szükséges eszközök:

- üvegeszközök: 1 db csiszolatos gömblombik vagy kétnyakú gömblombik, 1 db hőmérő, Liebig- vagy golyós hűtő, 1 db főzőpohár, 1 db tölsér
- fémeszközök: 1 db Bunsen-állvány, 2 db kettősdíó, 2 db lombikfogó, 1 db drótháló
- rezsó vagy vízfürdő

4. Munkabiztonsági előírások:

- rezsó használat!

Hidrokinon



H302
H317
H318
H341
H351
H400
P273
P280
P302+P352
P305+P351+P338
P308+P313

Kálium-bromát



H272
H301
H350
P201

Kénsav



H290
H314
P280
P301+P330+P331
P305+P351+P338

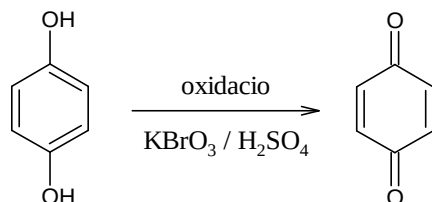
5. Recept:

500 cm³-es csiszolatos gömblombikba, mérjen be 4,1 g hidrokinont és 2,2 g kálium-bromátot, majd adjon 40 cm³ desztillált vizet a keverékhez. Helyezzen a lombik csiszolatába, vagy a vízfürdőbe egy hőmérőt és lássa el a lombikot visszafolyó hűtővel. (Ügyeljen a szabályos, feszülésmentes összeszerelésre!) Ezután melegítse az elegyet vízfürdőn 60 °C-ra és tartsa ezen a hőmérsékleten, míg a szilárd keverék teljesen fel nem oldódik. Adjon ezután 2 cm³ 0,5 mol/dm³-es kénsavoldatot az elegyhez. Ekkor megindul az oxidáció és az elegy sötét színű lesz és hőmérséklete 80 °C-ra emelkedik. Ellenőrizze hőmérővel, hogy ezt a hőmérsékleti értéket elérte-e a reakcióelegy, ha igen állítsa a lombikot hideg vízbe, amíg hőmérséklete 60 °C-ra vissza nem esik. 10-15 perc elteltével az oldat sárga színűre változik és elkezdődik sárga színű szilárd anyag kiválása is. Ezután jeges vízbe téve a reakcióedényt, további sárga p-benzokinon kristályokat láthatunk kiválni. Nuccsolja a nyersterméket, miközben 15 cm³ jeges vízzel mossa, majd levegőn szárítsa. Számoljon termelési %-ot!

6. Megfigyelés, tapasztalat, magyarázat:

A bemért hidrokinon tömege:	m = g	M _{hidrokinon} = 110 g/mol
hidrokinon anyagmennyisége:	n =mol	
kálium-bromát tömege:	m = g	M _{KBrO₃} = 167 g/mol
kálium-bromát anyagmennyisége:	n =mol	

A lejátszódó folyamat reakcióegyenlete:



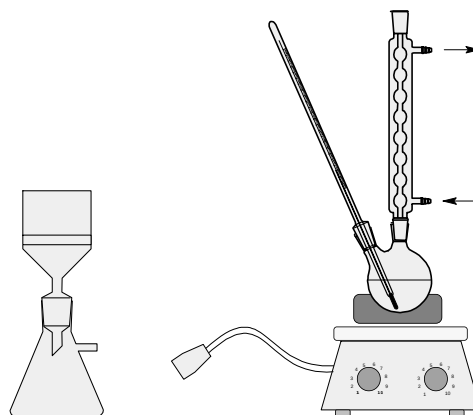
Számított p-benzokinon anyagmennyisége:	n =mol	M _{p-benzokinon} = 108 g/mol
p-benzokinon tömege:	m = g	
A kapott p-benzokinon tömege:	m = g	

Kitermelési % számítás:

$\eta = \dots\dots\dots\%$

Tapasztalat:

Magyarázat:



Munkavégzés ideje	<u>Szappanfőzés</u>	Név:
		Osztály:
		Laborszám:

1. A munka célja:

- elszappanosítás

2. Szükséges anyagok:

- sertészsír (50 g)
- nátrium-hidroxid (13,2 g)
- denaturált alkohol (15-20 cm³)
- nátrium-klorid (5 g)
- forrkő

3. Szükséges eszközök:

- üvegeszközök: 3 db főzőpohár vagy Erlenmeyer lombik, 1 db mérőhenger
- fémeszközök: 1 db vasháromláb, 1 db drótháló
- rezsó, gázégő vagy vízfürdő

4. Munkabiztonsági előírások:

- rezsó illetve gázégő használat!

Etil-alkohol

H225
P210

Nátrium-hidroxid

H314
H290
P280
P301+P330+P331
P305+P351+P338

5. Recept:

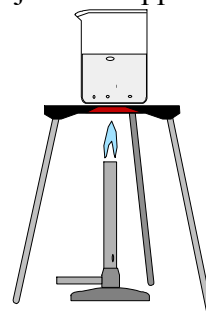
250-400 cm³-es főzőpohárban felolvasztunk 50 g zsírt. Közben hozzáadunk 10 cm³ denaturált szeszt. Állandó kevergetés mellett, vízfürdős melegítésnél 80 °C-on megkezdjük híg lúg adagolását, (1,5 g NaOH és 18,5 cm³ víz) kb. 30 perc alatt 6 részletben. Néhány percen belül megkezdjük a tömény lúg adagolását is kb. 45-50 percen át, (11,6 g NaOH és 31,5 cm³ víz 6 részletben). /Ha nagyon besűrűsödik az elegy, az alkohol és víz mennyiségét 2-3-szor pótolhatjuk: 5-5 cm³ alkohol+víz hozzáadásával/. Tovább főzzük az elegyet kb. 20 percig, miközben 85-90 °C-on tartjuk, és az előkészített konyhasó oldatot adagoljuk a sűrű emulzióhoz, (5 g NaCl és 20 cm³ víz). Állni hagyjuk a reakcióelegyet, majd 1-2 nap után a vizes glicerines lúgoldatot leöntjük a szappanról, szűrjük és utána száradni hagyjuk, végül lemérjük tömegét.

6. Megfigyelés, tapasztalat, magyarázat:

Kimért zsír tömege: g
A kinyert szappan tömege: g

Tapasztalat:

Magyarázat:



Balesetvédelem, veszélyességi jelölések

Az EU-s szabályozás előírja, hogy Magyarországon is át kell térni az új, az EU-ban és néhány éven belül az egész világon egységes alkalmazott ún. **P és H** jelölésekre és az ezekhez kapcsolódó új piktogramokra.

A **CLP** a vegyi anyagokra vonatkozó új rendelet, illetve az ezen alapul a **GHS**, a vegyi anyagok osztályozásának és címkézésének Globálisan Harmonizált Rendszere, az ENSZ új besorolási rendszere. Ennek értelmében **2010. december 1-jétől** Magyarországon is bevezetésre kerültek az új **P-kódok**, (óvintézkedésre vonatkozó mondatok) és a **H-kódok**, (figyelmeztető mondatok), valamint a hozzájuk kapcsolt **GHS jelzésű piktogramok**.

Tiszta vegyszerek esetében 2012. december 1-től már kizárólag az új P- és H-kódok, illetve a GHS piktogramok használhatók.

Figyelem! A vegyi anyag vagy készítmény címkéjén tilos a régi és az új piktogramokat, illetve kódokat együtt használni!

Az új piktogramok

 GHS01 Robbanóanyagok, önreaktív anyagok és keverékek	 GHS02 Tűzveszélyes anyagok és keverékek, szerves peroxidok, öngyulladó anyagok	 GHS03 Oxidáló anyagok és keverékek
 GHS04 Nyomás alatt lévő gázok	 GHS05 Fémekre maró hatású anyagok és keverékek, bőrmarás/bőrirritáció, súlyos szemkárosodás/szemirritáció	 GHS06 Akut toxicitás

 GHS07 Akut toxicitás, bőrmarás / bőrirritáció, súlyos szemkárosodás/szemirritáció, légzőszervi és/vagy bőr szenzibilizáció, az ózonrétegre veszélyes	 GHS08 Csírasejt-mutagenitás, rákkeltő hatás, reprodukciós toxicitás, célszervi toxicitás- egyszeri expozíció, célszervi toxicitás -ismétlődő expozíció, aspirációs veszély	 GHS09 A vízi környezetre veszélyes
--	--	--

A régi piktogramok

Szimbólum	Veszélyességi osztály	Angol megnevezés
	robbanásveszélyes (E)	explosiv
	égést tápláló, oxidálószer (O)	oxidizing
	mérgező (T)	toxic
	erősen mérgező (T+)	very toxic
	könnyen gyulladó (F)	highly flammable
	rendkívül gyúlékony (F+)	extremely flammable
	maró (C)	corrosive
	ingerlő (Xi)	irritant
	ártalmas (Xn)	noxious
	környezetre veszélyes (N)	environmental danger

Figyelmeztető mondatok

- H200** Instabil robbanóanyagok.
H201 Robbanóanyag; teljes tömeg felrobbanásának veszélye.
H202 Robbanóanyag; kivetés súlyos veszélye.
H203 Robbanóanyag; tűz, robbanás vagy kivetés veszélye.
H204 Tűz vagy kivetés veszélye.
H205 Tűz hatására a teljes tömeg felrobbanhat.
H220 Rendkívül tűzveszélyes gáz.
H221 Tűzveszélyes gáz.
H222 Rendkívül tűzveszélyes aeroszol.
H223 Tűzveszélyes aeroszol.
H224 Rendkívül tűzveszélyes folyadék és gőz.
H225 Fokozottan tűzveszélyes folyadék és gőz.
H226 Tűzveszélyes folyadék és gőz.
H228 Tűzveszélyes szilárd anyag.
H240 Hő hatására robbanhat.
H241 Hő hatására meggyulladhat vagy robbanhat.
H242 Hő hatására meggyulladhat.
H250 Levegővel érintkezve önmagától meggyullad.
H251 Önmelegedő: meggyulladhat.
H252 Nagy mennyiségben önmelegedő; meggyulladhat.
H260 Vízrel érintkezve öngyulladásra hajlamos tűzveszélyes gázokat bocsát ki.
H261 Vízrel érintkezve tűzveszélyes gázokat bocsát ki.
H270 Tűzet okozhat vagy fokozhatja a tűz intenzitását, oxidáló hatású.
H271 Tűzet vagy robbanást okozhat; erősen oxidáló hatású.
H272 Fokozhatja a tűz intenzitását; oxidáló hatású.
H280 Nyomás alatt lévő gázt tartalmaz; hő hatására robbanhat.
H281 Mélyhűtött gázt tartalmaz; fagymarást vagy sérülést okozhat.
H290 Fémekre korrozív hatású lehet.
H300 Lenyelve halálos.
H301 Lenyelve mérgező.
H302 Lenyelve ártalmas.
H304 Lenyelve és a légutakba kerülve halálos lehet.
H310 Bőrrel érintkezve halálos.
H311 Bőrrel érintkezve mérgező.
H312 Bőrrel érintkezve ártalmas.
H314 Súlyos égési sérülést és szemkárosodást okoz.
H315 Bőrirritáló hatású.
H317 Allergiás bőrreakciót válthat ki.
H318 Súlyos szemkárosodást okoz.
H319 Súlyos szemirritációt okoz.
H330 Belélegezve halálos.
H331 Belélegezve mérgező.
H332 Belélegezve ártalmas.
H334 Belélegezve allergiás és asztmás tüneteket, és nehéz légzést okozhat.
H335 Légúti irritációt okozhat.
H336 Álmoságot vagy szédülést okozhat.
H340 Genetikai károsodást okozhat < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.

- H341** Feltehetően genetikai károsodást okoz < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
- H350** Rákot okozhat < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
- H351** Feltehetően rákot okoz < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
- H360** Károsíthatja a termékenységet vagy a születendő gyermeket < ha ismert, meg kell adni a konkrét hatást > < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
- H361** Feltehetően károsítja a termékenységet vagy a születendő gyermeket < ha ismert, meg kell adni a konkrét hatást > < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
- H362** A szoptatott gyermeket károsíthatja.
- H370** Károsítja a szerveket < vagy meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek > < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
- H371** Károsíthatja a szerveket < vagy meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek > < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
- H372** Ismétlődő vagy hosszabb expozíció esetén < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt > károsítja a szerveket < vagy meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek >.
- H373** Ismétlődő vagy hosszabb expozíció esetén < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt > károsíthatja a szerveket > vagy meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek >.
- H400** Nagyon mérgező a vízi élővilágra.
- H410** Nagyon mérgező a vízi élővilágra, hosszan tartó károsodást okoz.
- H411** Mérgező a vízi élővilágra, hosszan tartó károsodást okoz.
- H412** Ártalmas a vízi élővilágra, hosszan tartó károsodást okoz.
- H413** Hosszan tartó ártalmas hatást gyakorolhat a vízi élővilágra.
- EUH 001** Száraz állapotban robbanásveszélyes.
- EUH 006** Levegővel érintkezve vagy anélkül is robbanásveszélyes.
- EUH 014** Vízrel hevesen reagál.
- EUH 018** A használat során tűzveszélyes/robbanásveszélyes gőz/levegő elegy keletkezhet.
- EUH 019** Robbanásveszélyes peroxidokat képezhet.
- EUH 044** Zárt térben hő hatására robbanhat.
- EUH 029** Vízrel érintkezve mérgező gázok képződnek.
- EUH 031** Savval érintkezve mérgező gázok képződnek.
- EUH 032** Savval érintkezve nagyon mérgező gázok képződnek.
- EUH 066** Ismétlődő expozíció a bőr kiszáradását vagy megrepedezését okozhatja.
- EUH 070** Szembe kerülve mérgező.
- EUH 071** Maró hatású a légutakra.
- EUH 059** Veszélyes az ózonrétegre.
- EUH 201** Ólmot tartalmaz. Tilos olyan felületeken használni, amelyeket gyermekek szájukba vehetnek.
- EUH 201A** Figyelem! Ólmot tartalmaz.
- EUH 202** Cianoakrilát. Veszély! Néhány másodperc alatt a bőrre és a szembe ragad. Gyermekektől elzárva tartandó.
- EUH 203** Krómot (VI) tartalmaz. Allergiás reakciót válthat ki.
- EUH 204** Izocianátokat tartalmaz. Allergiás reakciót válthat ki.

- EUH 205** Epoxid tartalmú vegyületeket tartalmaz. Allergiás reakciót válthat ki.
- EUH 206** Figyelem! Tilos más termékekkel együtt használni. Veszélyes gázok (klór) szabadulhatnak fel.
- EUH 207** Figyelem! Kadmiumot tartalmaz! A használat során veszélyes füstök képződnek. Lásd a gyártó által közölt információt. Be kell tartani a biztonsági előírásokat.
- EUH 208** -t tartalmaz. Allergiás reakciót válthat ki.
- EUH 209** A használat során fokozottan tűzveszélyessé válhat.
- EUH 209A** A használat során tűzveszélyessé válhat.
- EUH 210** Kérésre biztonsági adatlap kapható.
- EUH 401** Az emberi egészség és a környezet veszélyeztetésének elkerülése érdekében be kell tartani a használati utasítás előírásait.

Óvintézkedésre vonatkozó mondatok

- P101** Orvosi tanácsadás esetén tartsa kéznél a termék edényét vagy címkéjét.
- P102** Gyermekektől elzárva tartandó.
- P103** Használat előtt olvassa el a címkén közölt információkat.
- P201** Használat előtt ismerje meg az anyagra vonatkozó különleges utasításokat.
- P202** Ne használja addig, amíg az összes biztonsági óvintézkedést el nem olvasta és meg nem értette.
- P210** Hőtől/szikrától/nyílt lángtól/.../forró felületektől távol tartandó. Tilos a dohányzás.
- P211** Tilos nyílt lángra vagy más gyújtóforrásra permetezni.
- P220** Ruhától/.../éghető anyagtól távol tartandó/tárolandó.
- P221** Minden óvintézkedést meg kell tenni, hogy ne keveredjen éghető anyagokkal.
- P222** Nem érintkezhet levegővel.
- P223** Vízrel semmilyen formában nem érintkezhet, ellenkező esetben heves reakció és belobbanás fordulhat elő.
- P230** ...-val/-vel nedvesítve tartandó.
- P231** Inert gázban használandó.
- P232** Nedvességtől védendő.
- P233** Az edény szorosan lezárva tartandó.
- P234** Az eredeti edényben tartandó.
- P235** Hűvös helyen tartandó.
- P240** A tárolóedényt és a fogadóedényt le kell földelni/át kell kötni.
- P241** Robbanásbiztos elektromos/szellőztető/világító/.../berendezés használandó.
- P242** Szikramentes eszközök használandók.
- P243** Az elektrosztatikus kisülés megakadályozására óvintézkedéseket kell tenni.
- P244** A nyomáscsökkentő szelepeket zsírtól és olajtól mentesen kell tartani.
- P250** Tilos csiszolásnak/ütésnek/.../súrlódásnak kitenni.
- P251** Nyomás alatti edény: ne lyukassza ki vagy égesse el, még használat után sem.
- P260** A por/füst/gáz/köd/gőzök/permet belélegzése tilos.
- P261** Kerülje a por/füst/gáz/köd/gőzök/permet belélegzését.
- P262** Szembe, bőrre vagy ruhára nem kerülhet.
- P263** A terhesség/szoptatás alatt kerülni kell az anyaggal való érintkezést.
- P264** A használatot követően a(z) ...-t alaposan meg kell mosni.
- P270** A termék használata közben tilos enni, inni vagy dohányozni.
- P271** Kizárólag szabadban vagy jól szellőző helyiségben használható.
- P272** Szennyezett munkaruhát tilos kivinni a munkahely területéről.
- P273** Kerülni kell az anyagnak a környezetbe való kijutását.
- P280** Védőkesztyű/védőruha/szemvédő/arcvédő használata kötelező.

- P281** Az előírt egyéni védőfelszerelés használata kötelező.
P282 Hidegszigetelő kesztyű/arcvédő/szemvédő használata kötelező.
P283 Tűz-/lángálló/-késleltető ruházat viselése kötelező.
P284 Légzésvédelem használata kötelező.
P285 Nem megfelelő szellőzés esetén légzésvédelem kötelező.
P231 + P232 Inert gázban használandó. Nedvességtől védendő.
P235 + P410 Hűvös helyen tartandó. Napfénytől védendő.
P301 LENYELÉS ESETÉN:
P302 HA BŐRRE KERÜL:
P303 HA BŐRRE (vagy hajra) KERÜL:
P304 BELÉLEGZÉS ESETÉN:
P305 SZEMBE KERÜLÉS ESETÉN:
P306 HA RUHÁRA KERÜL:
P307 Expozíció esetén:
P308 Expozíció vagy annak gyanúja esetén:
P309 Expozíció vagy rosszullét esetén:
P310 Azonnal forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P311 Forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P312 Rosszullét esetén forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P313 Orvosi ellátást kell kérni.
P314 Rosszullét esetén orvosi ellátást kell kérni.
P315 Azonnal orvosi ellátást kell kérni.
P320 Sürgős szakellátás szükséges (lásd ... a címkén).
P321 Szakellátás (lásd ... a címkén).
P322 Különleges intézkedések (lásd ... a címkén).
P330 A szájat ki kell öblíteni.
P331 TILOS hánytatni.
P332 Bőrirritáció esetén:
P333 Bőrirritáció vagy kiütések megjelenése esetén:
P334 Hideg vízzel/nedves kötéssel kell hűteni.
P335 A bőrre lazán tapadó szemcséket óvatosan le kell kefélni.
P336 A fagyott részeket langyos vízzel fel kell melegíteni. Tilos az érintett terület dörzsölése.
P337 Ha a szemirritáció nem múlik el:
P338 Adott esetben kontaktlencsék eltávolítása, ha könnyen megoldható. Az öblítés folytatása.
P340 Az érintett személyt friss levegőre kell vinni és olyan nyugalmi testhelyzetbe kell helyezni, hogy könnyen tudjon lélegezni.
P341 Légzési nehézségek esetén az érintett személyt friss levegőre kell vinni és olyan nyugalmi testhelyzetbe kell helyezni, hogy könnyen tudjon lélegezni.
P342 Légzési problémák esetén:
P350 Óvatos lemosás bő szappanos vízzel.
P351 Óvatos öblítés vízzel több percen keresztül.
P352 Lemosás bő szappanos vízzel.
P353 A bőrt le kell öblíteni vízzel/zuhanyozás.
P360 A ruhák levetése előtt a szennyezett ruházatot és a bőrt bő vízzel azonnal le kell öblíteni.
P361 Az összes szennyezett ruhadarabot azonnal el kell távolítani/le kell vetni.
P362 A szennyezett ruhát le kell vetni és az újbóli használat előtt ki kell mosni.
P363 A szennyezett ruhát újbóli használat előtt ki kell mosni.
P370 Tűz esetén:

- P371** Nagyobb tűz és nagy mennyiség esetén:
P372 Tűz esetén robbanásveszély.
P373 TILOS a tűz oltása, ha az robbanóanyagra átkerül.
P374 Tűzoltás megfelelő távolságból a szokásos óvintézkedések betartásával.
P375 A tűz oltását robbanásveszély miatt távolból kell végezni.
P376 Meg kell szüntetni a szivárgást, ha ez biztonságosan megtehető.
P377 Égő szivárgó gáz: Csak akkor szabad a tüzet oltani, ha a szivárgás biztonságosan megszüntethető.
P378 Az oltáshoz ... használandó.
P380 A területet ki kell üríteni.
P381 Meg kell szüntetni az összes gyújtóforrást, ha ez biztonságosan megtehető.
P390 A kiömlött anyagot fel kell itatni a körülvevő anyagok károsodásának megelőzése érdekében.
P391 A kiömlött anyagot össze kell gyűjteni.
P301 + P310 LENYELES ESETÉN: azonnal forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P301 + P312 LENYELES ESETÉN: rosszullet esetén azonnal forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P301 + P330 + P331 LENYELES ESETÉN: a száját ki kell öblíteni. TILOS hánytatni.
P302 + P334 HA BŐRRE KERÜL: Hideg vízzel/nedves kötéssel kell hűteni.
P302 + P350 HA BŐRRE KERÜL: Óvatos lemosás bő szappanos vízzel.
P302 + P352 HA BŐRRE KERÜL: Lemosás bő szappanos vízzel.
P303 + P361 + P353 HA BŐRRE (vagy hajra) KERÜL: Az összes szennyezett ruhadarabot azonnal el kell távolítani/le kell vetni. A bőrt le kell öblíteni vízzel/zuhanyozás.
P304 + P340 BELÉLEGZÉS ESETÉN: Az érintett személyt friss levegőre kell vinni és olyan nyugalmi testhelyzetbe kell helyezni, hogy könnyen tudjon lélegezni.
P304 + P341 BELÉLEGZÉS ESETÉN: Légzési nehézségek esetén az érintett személyt friss levegőre kell vinni és olyan nyugalmi testhelyzetbe kell helyezni, hogy könnyen tudjon lélegezni.
P305 + P351 + P338 SZEMBE KERÜLÉS esetén: Több percig tartó óvatos öblítés vízzel. Adott esetben a kontaktlencsék eltávolítása, ha könnyen megoldható. Az öblítés folytatása.
P306 + P360 HA RUHÁRA KERÜL: A ruhák levetése előtt a szennyezett ruházatot és a bőrt bő vízzel azonnal le kell öblíteni.
P307 + P311 Expozíció esetén: forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P308 + P313 Expozíció vagy annak gyanúja esetén: orvosi ellátást kell kérni.
P309 + P311 Expozíció vagy rosszullet esetén: forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P332 + P313 Bőrirritáció esetén: orvosi ellátást kell kérni.
P333 + P313 Bőrirritáció vagy kiütések megjelenése esetén: orvosi ellátást kell kérni.
P335 + P334 A bőrre tapadó szemcséket óvatosan le kell kefélni. Hideg vízzel/nedves kötéssel kell hűteni.
P337 + P313 Ha a szemirritáció nem múlik el: orvosi ellátást kell kérni.
P342 + P311 Légzési problémák esetén: forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.
P370 + P376 Tűz esetén: Meg kell szüntetni a szivárgást, ha ez biztonságosan megtehető.
P370 + P378 Tűz esetén: az oltáshoz ... használandó.
P370 + P380 Tűz esetén: Ki kell üríteni a területet.
P370 + P380 + P375 Tűz esetén: Ki kell üríteni a területet. A tűz oltását robbanásveszély miatt távolból kell végezni.

P371 + P380 + P375 Nagyobb tűz és nagy mennyiség esetén: Ki kell üríteni a területet. A tűz oltását robbanásveszély miatt távolból kell végezni.

P401 Tárolás: ...

P402 Száraz helyen tárolandó.

P403 Jól szellőző helyen tárolandó.

P404 Zárt edényben tárolandó.

P405 Elzárva tárolandó.

P406 Saválló/saválló bélésű ... edényben tárolandó.

P407 A rakatok/raklapok között térközt kell hagyni.

P410 Napfénytől védendő.

P411 A tárolási hőmérséklet legfeljebb ... °C/... °F lehet.

P412 Nem érheti 50 °C/122 °F hőmérsékletet meghaladó hő.

P413 A ... kg/... lb tömeget meghaladó ömlesztett anyag tárolási hőmérséklete legfeljebb ... °C/... °F lehet.

P420 Más anyagoktól távol tárolandó.

P422 Tartalma ... -ban/-ben tárolandó.

P402 + P404 Száraz helyen tárolandó. Zárt edényben tárolandó.

P403 + P233 Jól szellőző helyen tárolandó. Az edény szorosan lezárva tartandó.

P403 + P235 Jól szellőző helyen tárolandó. Hűvös helyen tartandó.

P410 + P403 Napfénytől védendő. Jól szellőző helyen tárolandó.

P410 + P412 Napfénytől védendő. Nem érheti 50 °C/122 °F hőmérsékletet meghaladó hő.

P411 + P235 A tárolási hőmérséklet legfeljebb ... °C/... °F lehet. Hűvös helyen tartandó.

P501 A tartalom/edény elhelyezése hulladékként: ...

2013.
