

A laboratóriumi technika alapjai

Tankönyv a kémia- és/vagy biológiatanár szakos
hallgatók részére

Základy laboratórnej techniky

Vysokoškolská učebnica pre študentov pedagogických fakúlt zameraním
na aprobačný predmet chémia a/alebo biológia s vyučovacím jazykom maďarským



A laboratóriumi technika alapjai

Tankönyv a kémia- és/vagy biológiatanár szakos
hallgatók részére

Základy laboratórnej techniky

Vysokoškolská učebnica pre študentov pedagogických fakúlt zameraním
na aprobačný predmet chémia a/alebo biológia s vyučovacím jazykom maďarským



Selye János Egyetem Tanárképző Kar / Pedagógická fakulta Univerzity J. Selyeho

**GYEPES RÓBERT – SZARKA KATARÍNA –
HEGEDŰS ONDREJ – MÉSZÁROS RÓBERT**

A laboratóriumi technika alapjai

Tankönyv a kémia- és/vagy biológiatanár szakos
hallgatók részére

Základy laboratórnej techniky

Vysokoškolská učebnica pre študentov pedagogických fakúlt
zameraním na aprobačný predmet chémia a/alebo biológia
s vyučovacím jazykom maďarským

Szerző / Autori: © Gyepes Róbert, Szarka Katarína, Hegedűs Ondrej, Mészáros Róbert

Recenzensek / Recenzenti: prof. RNDr. Alžbeta Hegedúsová PhD.
prof. RNDr. Ing. Tomáš Tóth, PhD.

Szerkesztő / Editor: Dr. habil. Vajda Barnabás, PhD.

Grafika / Grafické úpravy: TAMM

Kiadó / Vydavatel: Selye János Egyetem Tanárképző Kar
Pedagógická fakulta Univerzity J. Selyeho

ISBN 978-80-8122-402-7

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	7
Jelmagyarázat.....	8
Tanulási kimenetek.....	9
1. Laboratóriumi eszközök jellemzése (Charakteristika laboratórných pomôcok).....	11
1.1 Laboratóriumi üvegeszközök (Laboratórne sklo).....	11
1.2 A laboratóriumban leggyakrabban használt üvegeszközök jellemzése.....	12
1.2.1 Hőálló laboratóriumi üvegeszközök (Tepelne odolné laboratórne sklo).....	12
1.2.2 Nem hőálló laboratóriumi üvegeszközök (Tepelne málo odolné laboratórne sklo)	15
1.3 Az üvegcsövek megmunkálása a laboratóriumban (Manipulácia so sklenenými rúrkami v laboratóriu).....	22
1.3.1 Üveg vágása (Rezanie skla)	22
1.3.2 Üveg éleinek leolvasztása (Tepelné zaoblenie ostrých hrán skla).....	22
1.3.3 Az üveghajlítás és az üvegcsövek végének beolvasztása (Ohýbanie a zatavenie konca sklenených rúr).....	22
1.4 Üvegből készült laboratóriumi eszközök tisztítása és karbantartása (Čistenie a údržba laboratórneho skla)	22
1.5 Porceláneszközök (Laboratórne pomôcky z porcelánu).....	23
1.5.1 Hevíthető porceláneszközök (Tepelne odolné laboratórne pomôcky z porcelánu).....	24
1.5.2 Nem hevítendő porceláneszközök (Tepelne málo odolné laboratórne pomôcky z porcelánu)	25
1.6 Fémeszközök (Laboratórne pomôcky z kovu).....	26
1.6.1 Állványok (Laboratórne stojany)	26
1.6.2 Fogók és szorítók (Svorky a držiaky).....	27
1.6.3 Egyéb laboratóriumi fémeszközök (Ďalšie laboratórne pomôcky z kovu).....	39
1.7 Egyéb anyagból készült laboratóriumi eszközök (Laboratórne pomôcky vyrobené z ďalších materiálov).....	30
2 Laboratóriumi műveletek jellemzése (Charakteristika laboratórných operácií).....	34
2.1 Laboratóriumi alpmérések (Základné merania v laboratóriu).....	34
2.1.1 Hőmérsékletmérés (Meranie teploty)	34
2.1.2 Tömegmérés (Meranie hmotnosti)	36
2.1.3 Térfogatmérés (Meranie objemu)	39
2.1.4 Sűrűségmérés (Meranie hustoty)	45
2.2 Alpműveletek (Základné laboratórne operácie)	48
2.2.1 A laboratóriumi műveletek vegyszeres hátterének jellemzése	48
2.2.2 Keverés (Miešanie)	49
2.2.3 Hőátadás – melegítés és hűtés (Prevod tepla - zohrievanie a chladenie)	49
2.2.4 Szárítás (Sušenie).....	56
2.3 Egyszerű elválasztási műveletek (Jednoduché oddeľovacie metódy)	68
2.3.1 Szilárd-folyadékfázis elválasztása (Oddeľovanie tuhej zložky zmesi od kvapalnej fázy)	68
2.3.2 Kristályosítás (Kryštalizácia)	65
2.3.3 Adszorpció.....	67
2.3.4 Folyadék-folyadék extrakció (Oddeľovanie zmesí dvoch navzájom nemiešateľných kvapalných fáz - extrakcia)	68
2.3.5 Desztilláció (Destilácia)	70
2.3.6 Szublimáció (Sublimácia).....	73
2.3.7 Kromatográfia (Chromatografia).....	75
Felhasznált irodalom (Použitá literatúra).....	79

Bevezetés

A kémia- és biológiatanári szakképzésbe jelentkező hallgatók laboratóriumi ismeretei és készségei nagyon eltérőek, a középiskolában szerzett laboratóriumi tapasztalataik gyakran hiányosak. Viszont az adott képzésben elengedhetetlen a laboratóriumi technika alapjainak elméleti és gyakorlati ismerete. Ezzel az egyetemi tankönyvvel szeretnénk segíteni a hallgatóinkat abban, hogy a szakmai felkészültségükhöz szükséges információkhoz jussanak anyanyelvükön, magyarul, és a tudásbázisuk gyarapodásához kellő támogatást kapjanak a szlovákiai magyar természettudományi tanárképzésében.

A tankönyv két fejezetre és azok további alfejezeteire tagolódik, amelyek a kémia- és a biológiatanárok számára szükséges laboratóriumi technika alapjait foglalják össze.

Vitathatatlan, hogy a laboratóriumban végzett munka speciális eszközöket igényel. A „*Laboratóriumi eszközök jellemzése*” fejezetben jellemezzük az üvegből, porcelánból, fémből és egyéb anyagból készült eszközöket, amelyekkel a hallgatóink kapcsolatba kerülhetnek a laboratóriumi munkájuk során, illetve képekkel illusztrálva is bemutatjuk a laboratóriumunkban megtalálható eszközöket.

A „*Laboratóriumi műveletek jellemzése*” fejezetben a gyakorlatok során leggyakrabban előforduló alpműveleteket tárgyaljuk, a műveletek elvégzéséhez használt eszközöket ismertetjük. Foglalkozunk az alapvető fizikai mennyiségek (hőmérséklet, tömeg, térfogat és sűrűség) mérésével. Jellemezzük a laboratóriumi alpműveleteket, a keverést, hőtáradást és szárítást. Foglalkozunk azokkal az alapvető elválasztási eljárásokkal, amelyeket a tanárjelölt hallgatók pedagógiai gyakorlatuk során alkalmazhatnak. Így csak a kiválasztott elválasztási módszerekre fókuszáltunk, mint például a szűrés, ülepités/dekantálás, centrifugálás, a folyadék-folyadék extrakció, az adszorpció, a desztillálás, kristályosítás és a kromatográfia.

Az egyes fejezetek után összefoglaltuk az adott téma kulcsfontosságú részeit, illetve ismétlő kérdéseket és feladatokat fogalmaztunk meg, amelyek révén a hallgatók rögzíthetik tudásukat vagy önreflexív visszacsatolást kaphatnak a megszerzett ismereteikről.

A tankönyv használatát infografikai elemekkel segítjük, a vonatkozó jelmagyarázat a következő oldalon található.

A tankönyv a laboratóriumi technika ismereteire és alapvető eljárásaira fókuszál, tudásbázist biztosítva a jövődő tanárnemzedék számára, hogy az a további egyetemi tanulmányai során ezeket az ismereteket a tanulásában, az önképzésében és az oktatási tevékenysége során egyaránt jól kamatoztassa.

A feladatok és az elvárások megfogalmazása mellett nem feledkeztünk meg a fontosabb szlovák szakkifejezések feltüntetéséről sem, amelyek ismeretét és alkalmazását elengedhetetlennek tartjuk a szlovákiai magyar nyelvű kémia- és biológiatanár-képzésben.

Jelmagyarázat

A tankönyv használatát segítő infografikai elemek jelmagyarázata:



Elővigyázatosságra intés



Figyelemfelkeltés







Kérdések és feladatok



Internetes ismeretszerzés

Tanulási kimenetek

A tankönyv a következő konkrét tanulási eredmények kialakításához járul hozzá, ami a kémia- vagy biológiatanár szakos hallgatók kompetenciáinak pillérét képezik:

<p><i>ISMERET</i></p> 	<p><i>KÉSZSÉG</i></p> 	<p><i>ATTITÚD</i></p> 	<p><i>AUTONÓMIA ÉS FELELŐSSÉG</i></p> 
<p>A HALLGATÓ</p>			
<p><i>Ismeri és jellemezni tudja az alapvető laboratóriumi eszközöket.</i></p> <p><i>Meg tudja nevezni az alapvető laboratóriumi eszközöket magyarul és szlovákul (vagy angolul).</i></p> <p><i>Ismeri az alapvető laboratóriumi eszközök felhasználási területeit.</i></p> <p><i>Ismeri és jellemezni tudja a laboratóriumi alpműveleteket.</i></p>	<p><i>Rendeltetésszerűen használja az alapvető laboratóriumi eszközöket.</i></p> <p><i>Képes alapvető laboratóriumi műveletek végrehajtására.</i></p> <p><i>Képes alapvető laboratóriumi eljárások berendezéseinek összeállítására.</i></p> <p><i>Alkalmazni tudja az alapvető laboratóriumi elválasztási eljárásokat.</i></p>	<p><i>Nyitott a körülöttünk lévő világ megismerésére.</i></p> <p><i>Törekszik a naprakész, szakszerű és pontos kémiai problémamegoldásra.</i></p>	<p><i>A laboratóriumi műveletek során törekszik a biztonságos munkavégzésre, ellenőrzi a kísérletek berendezésének biztonságos működését, ezáltal óvja társai és önmaga testi épségét.</i></p>

1 Laboratóriumi eszközök jellemzése (Charakteristika laboratórných pomôcok)

A laboratóriumban használt eszközök csoportosítása többféle szempont szerint történhet, de leggyakrabban az eszköz anyaga szerint, illetve a felhasználás célja alapján történik.

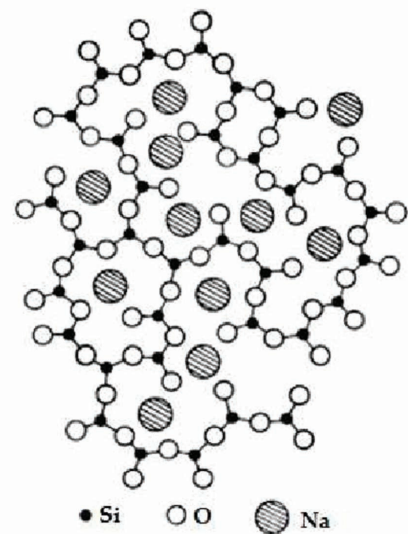
A laboratóriumi eszközök anyagukat tekintve a készülhetnek: üvegből, porcelánból, fémből, fából és műanyagból.

1.1 Laboratóriumi üvegeszközök (Laboratórne sklo)

Az üveg tulajdonságai

Az üveg átlátszó vagy áttetsző, nemkristályos (amorf) anyag. Az üveg ismerete és előállításának technológiája több mint 5000 évre tekint vissza. Jelentős technológiai innovációnak számított az üvegfúvó pipa vagy fúvócső technikájának feltalálása (i.e. 30 körül) (Kovács, I. et al., 2012), amely lehetővé tette különleges, speciális alakzatú üvegtárgyak kialakítását. Az üvegyártás során a megolvasztott üveg könnyen formálható, majd a lehűlésekor a viszkozitása növekszik, míg végül amorf (nemkristályos) szerkezetbe rendeződve megdermed.

Az üvegeszközök szinte mindegyike szilikátüveg (kremitanové sklo), amelynek szerkezetét SiO_2 háromdimenziós $[\text{SiO}_4]^{4-}$ egységek alkotják, melyeknek csúcsai össze vannak láncolva.



Ábra 1 Nátronüveg szerkezete

(Kép forrása: Çelikkbilek, M., Ersundu, A. E., & Aydın, S. (2012). Crystallization kinetics of amorphous materials. *Advances in crystallization processes*, 35347.)

Táblázat 1 Az üvegyártásnál alkalmazott adalékanyagok és az adalékanyagok szerepe az üvegek tulajdonságbeli változásában

Adalékanyag(ok)	Szerepük
SiO_2 , B_2O_3 , GeO_2 , P_4O_{10}	üveg-vagy hálózatképzők
főleg alkálifém-oxidok	folyosítók
elsősorban alkálifém-oxidok, PbO	stabilizátorok
FeO , Fe_2O_3 , NiO , CoO , MnO_2 , KMnO_4 , CdS , krómvegyületek	színezőanyagok
fluor-és foszforvegyületek (az üveget fehérré teszik)	opálosítók
B_2O_3	gyorsítja az olvasztást és javítja a korrózióállóságát
Al_2O_3	javítja a mechanikai tulajdonságokat
Na_2O	csökkenti az olvadási hőmérsékletet
K_2O	javítja a préselhetőséget
CaO	csökkenti a viszkozitást
MgO	javítja az üveg kémiai ellenállóságát

A kvarcüveg (kremenné sklo) az egyetlen egykomponensű üveg, amelyet technikai célokra is használnak. A kvarcüveget magas hőmérsékleten (2000 °C-on) állítják elő tiszta szilícium-dioxidból, majd rudakká formálják.

A SiO₂ további oxidokat adagolva megváltoznak az üveg tulajdonságai – így kapjuk a többkomponensű üvegeket, amelyek ezáltal alacsonyabb hőmérsékleten olvadnak és könnyebben megmunkálhatók. Néhány adalékanyag nem csupán megváltoztatja az üvegyártás technológiáját, de az üvegnek színt is kölcsönöz.

A hétköznapokban és a laboratóriumban használt leggyakoribb üvegek a nátronüveg (90%-ban használt), borszilikát üveg és az ólomüveg.

A laboratóriumokban használatos üvegeszközök fizikai és kémiai tulajdonságai eltérnek a hétköznapokban használt üvegek (táblaüveg, háztartási üveg) tulajdonságaitól.

A kémiai laboratóriumokban használt üvegeszközök anyagával szemben támasztott legfontosabb követelmények, hogy:

- ellenállók legyenek a vegyi hatásokkal szemben,
- hirtelen hőmérsékletváltozásra kismértékben legyenek érzékenyek,
- a lágyulási hőmérsékletük magas legyen.

Az első feltételnek szinte minden üveg megfelel, ugyanis már a közönséges üveg vegyi ellenálló képessége is jó, savak közül csak a hidrogén-fluorid (HF, kyselina fluorovodíková) és a forró foszorsav (H₃PO₄, kyselina trihydrogenfosforečná), illetve tömény lúgok közül a nátrium-hidroxid (NaOH, hydroxid sodný) és a kálium-hidroxid (KOH, hydroxid draselný) képes megtámadni. Az alkáli-hidroxidokkal szemben az üveg ellenállhatóságát cirkónium(II)-oxid (ZrO₂, oxid zirkoničitý) adalékkal szokták növelik.

A laboratóriumban történő alkalmazás során olyan üvegeszközökre van szükség, amelyek gyors hőmérsékletváltozás hatására nem repednek meg, illetve jó a vegyi ellenállóképességük is. Ilyen célra a borszilikát üveg alkalmas (összetétele: kb. 81% SiO₂, 11% B₂O₃, 5% Na₂O és 3% egyéb anyag).

1.2 A laboratóriumban leggyakrabban használt üvegeszközök jellemzése

A laboratóriumi üvegeszközöket is többféle szempont szerint csoportosíthatjuk. A laboratóriumi műveletet tekintve nagy jelentőséggel bír az az aspektus, hogy vajon az üvegeszköz hőálló-e vagy sem. Ezért ezt a szempontot szem előtt tartva jellemezzük a következőkben az üvegeszközöket.

1.2.1 Hőálló laboratóriumi üvegeszközök (Tepelne odolné laborátorne sklo)

Kémcső (Skúmavka)



Ábra 2 Különböző méretű kémcsövek



Ábra 3 Centrifugáló kémcső (Centrifugačná skúmavka)

A laboratóriumban gyakran használt eszköz a kémcső, amelynek egyik végén beforrasztott, legömbölyített, vékonyfalú üvegcső, amely lángban közvetlenül is melegíthető. Főként kis mennyiségű oldatokkal történő laboratóriumi műveletek végzésére alkalmas. Úrtartalmát tekintve többféle méretű kémcsövet különböztünk meg. A laboratóriumban leggyakrabban 10-15 mm átmérőjű, 20-30 cm³ térfogatú kémcsöveket használunk.

A laboratóriumi műveletek során kémcsöveket használunk a színváltozással, gázfejlődéssel vagy csapadékképződéssel járó reakciók végrehajtására.



Ábra 4 Oldalcsöves kémcső (Skúmavka a skúmavka s bočným vývodom)

Főzőpohár (Kadička)

A főzőpohár szintén az egyik leggyakrabban használt laboratóriumi üvegeszköz, amelyet a nagyobb mennyiségű oldatokkal végzett műveleteknél alkalmazunk. Mérettartományukat, típusukat, illetve alakjukat tekintve nagy választékban fordulnak elő. Készülhetnek magas vagy alacsony kivitelben, kiöntővel vagy anélkül, 25-5000 cm³-ig terjedő úrtartalommal. Használatosak a beosztás nélküli, illetve a beosztással ellátott főzőpoharak is, bár az utóbbiak pontos térfogatmérésre nem alkalmasak. Általános jellemzésüket tekintve a főzőpoharak vékony falú, henger alakú, lapos aljú, hevíthető üvegedények.

Az alacsonyabb főzőpoharakat főleg melegítésre, míg a magasabbakat elválasztó műveleteknél használjuk (például csapadék leválasztására, ülepítésre, folyadékok óvatos bepárlására). Különösen előnyösen használhatók csapadékos oldatokkal való munkáknál, mert a csapadék könnyen és veszteség nélkül eltávolítható belőlük üvegbot segítségével. A jobb minőségű főzőpoharak tűzállóak, de még ezek hevítését sem szabad közvetlen lánggal végezni, hanem csak drótháló közbeiktatásával.



Ábra 5 Főzőpohár kiöntővel (kadička s výlevkou)



Ábra 6 Különböző méretű és formájú főzőpoharak

Lombik (banka)

Holisztikus jellemzése alapján a lombikok szűk nyakú, hasas üvegedények, amelyek sokféle célra használhatók.

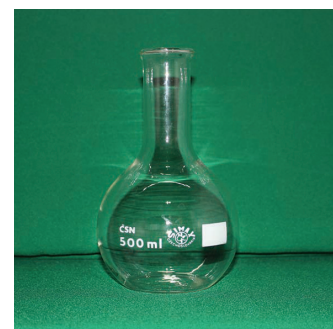
Általában megkülönböztetünk:

- állólombikot,
- gomblombikot,
- frakcionáló (oldalcsöves) lombikot,
- Erlenmeyer-lombikot.

A lombik alakja/típusa meghatározó a felhasználási területüket illetően.

Állólombik (Banka s plochým dnem)

Az állólombik (vagy más néven talpas lombik) lapos aljú, gömbölyű hasú, általában hosszú nyakú, szűk szájú edény. A talpnak köszönhetően fogó nélkül is használható. Közvetett módon (dróthálón keresztül)



Ábra 7 Állólombik (banka s plochým dnem)

melegíthető. Ha forró folyadékkal dolgozunk, akkor a lombik nyakát egy rongy segítségével fogjuk meg. Leggyakrabban titrálási feladatoknál és különböző anyagok oldásánál alkalmazzuk.

Gömblobik (banka s guľatým dnom)

A gömblobik hasonlít az állólobikhoz, de gömbölyű, talp nélküli, és így fogóba kell szorítani. Nyakméretét és űrmértékét tekintve is változatos a gömblobikok felhozatala. Térfogata 10-10000 cm³-ig terjedhet.

A gömblobikok előnye, hogy közvetlen lánggal is melegíthetők. Ezért általában olyan laboratóriumi műveletekhez használjuk, amikor a bennük lévő anyagot hosszabb ideig és erőteljes hevítésnek, esetleg hűtésnek tesszük ki. Vannak egy- és többnyakú gömblobikok, és a nyakak lehetnek csiszolatosak vagy csavaros menetűek.



Ábra 8 Gömblobik (Banka s guľatým dnom)



Ábra 9 Gömblobik csiszolattal (Banka s guľatým dnom so zábrusom)



Ábra 10 Többnyakú gömblobik csiszolattal (Zábrusová banka s tubusom a hrdlom)

Frakcionáló vagy desztilláló lombik (Frakčná alebo destilačná banka)

A frakcionáló vagy desztilláló lombik egy olyan gömblobik, aminek a hosszú nyakán oldalcső kivezetés is található. Gázlángon közvetlenül is melegíthető. Főként desztillációs műveleteknél és gázfejlesztésnél alkalmazzuk.



Ábra 11 Frakcionáló lombik (Frakčná banka)

Erlenmeyer-lombik (Erlenmeyerova banka)



Ábra 12 Erlenmeyer-lombik (Erlenmeyerova banka)

Az Erlenmeyer-lombik (ejtsd: erlenmajer-lombik) felhasználását tekintve átmenet a főzőpohár és az állólobik között, ugyanis mindkét üvegeszköz felhasználási területein belül is jól alkalmazható. Egyedi kialakítása lehetővé teszi, hogy gyors körkörös mozgással keverjük a tartalmát kifröccsenés nélkül. A lombik alakja azért is előnyös, mert (ellentétben az állólobikkal) a csapadék kevésbé tapad meg a belső falán. Az Erlenmeyer-lombik közvetett módon történő melegítését drótháló beiktatásával végezzük. Hasonlóan a többi lombiktípushoz, az Erlenmeyer-lombik is különböző méretekből készül, szűk vagy bő nyakkal, csiszolattal vagy anélkül.

Kristályosító csésze vagy tál (Kryštalizačná miska)

A kristályosító csészét bepárlások során alkalmazzuk, vagy az oldószer elpárologtatásához, vagy pedig az oldott anyag kikristályosításához. A kivitelezése lehet alacsony, hengeres üvegedény, amely rendelkezhet kiöntővel, illetve létezik kiöntő nélküli kivitelben is. Készül tűzálló és nem tűzálló üvegből egyaránt. Melegítésük csak közvetett módon történhet.



Ábra 13 Kristályosító csésze kiöntővel és anélkül (Kryštalizačná miska s výlevkou a bez výlevky)

1.2.2 Nem hőálló laboratóriumi üvegeszközök (Tepelne málo odolné laboratorne sklo)

A nem hőálló laboratóriumi üvegeszközök alkalmazása közben nemcsak a hirtelen hőmérséklet-ingadozás, hanem a folyadékok gőznyomásváltozás okozta mechanikai hatások is problémát okozhatnak. Ezek az eszközök jellemzően vastag falúak. Rossz hővezető képességük miatt az üvegre ható hirtelen történő nagy fokú hőmérséklet-változás az üvegfalban feszültséget okozhat, minek hatására az üvegeszköz használat során meg- vagy szétreped.

Tölcsérek (Lieviky)

A tölcsérek folyadékok vagy szilárd anyagok töltésére használt eszközök. A laboratóriumban a tölcsért a szűrés műveletének elvégzésénél alkalmazzuk. Alakjuk a felhasználásuk szerint változó. Így például az üveg-tölcsérek különbözhetnek a szárhosszban. A hosszú szárú, ún. analitikai tölcsérek csapadékok szűrésére alkalmasak. Ezek gyorsabban szűrnek, mint a rövid szárú tölcsérek, mivel a tölcsér szárában kialakult folyadékoszlop járulékos szívóhatást fejt ki.



Ábra 14 Egyszerű üvegtölcsér (Sklenený lievik jednoduchý)



Ábra 15 Bordázott tölcsér (Lievik rebrovany)

A szűrés gyorsítása érdekében készítenek olyan tölcséreket is, melyeknek kúpos részük belülről bordázott. A bordázott kialakítás megakadályozza a szűrőpapír odatapadását a tölcsér falához. A portölcsérek rendszerint rövid, vastag szárral vannak ellátva, ami lehetővé teszi a szilárd anyagok gyors és dugulásmentes áttöltését.

Választó vagy rázó-tölcsér (Oddelovací lieviki)

A választó- vagy rázó-tölcsér egy körte alakú, felül csiszolatos dugóval, alul pedig csiszolt csappal ellátott hosszú szárú, tölcsérszerű eszköz. Ez a tölcsér alkalmas arra is, hogy a csap megfelelő beállításával folyadékot csepegtessünk egy rendszerbe, ezért rövidebb szárú változatát csepegtető tölcsérnek is nevezik. A klasszikus csiszo-



Ábra 16 Választó vagy rázó-tölcsér (Oddelovací lieviki)

latokkal rendelkező választótölcsér esetében előfordulhat, hogy az extrakció során olyan oldószert használunk, ami a csiszolatok kenésére szolgáló zsírt oldja. Ilyen esetben előnyösebb a tefloncsappal és dugóval rendelkező választótölcsért használata.

Szűrőtégelyek (Filtráčné tégliky)

A szűrőtégelyek csapadékok szűrésére használatos segédeszközök, egyesítve magukba a szűrő, a tölcsér és a tégely előnyeit. Ugyanúgy dolgozunk velük, mint a Büchner-tölcsérrel, csak itt nem használunk szűrőpapírt. Előnyeik közé tartozik, hogy a leszűrt csapadékot a szárítás után közvetlenül a szűrőn mérhetjük.

A leggyakrabban használt szűrőtégelyek:

- üveg szűrőtégely,
- porcelán szűrőtégely,
- Gooch-tégely.

Az üveg szűrőtégely szűrőrétege pórusos üvegrétegből áll, amely üvegporsajtolása útján készül. Hosszú szárral vagy anélkül készül. A szűrőtégelyek a pórusméretük szerint vannak 5 csoportba sorolva, S1 – S5 jelöléssel. Az S1 jelzésű tégelyek rendelkeznek a legnagyobb pórusokkal. Az S5 jelzésű nagyon kis pórusú szűrőtégelyeket biológiai minták szűrésére használják. Vákuum nélkül a kisebb pórusméretű szűrőkön rendkívül lassan szivárog át a folyadék, így ezek csakis vákuumban használhatók.

A porcelán szűrőtégelyek mázas falú, pórusos fenéklemezű, hőálló tégelyek. Beforrasztott és ráforrasztott fenéklemezzel készülnek. Előnyük, hogy izzíthatók, pórusnagyságuk egyenletesebb, mint az üvegszűrőké, tömegállandóságuk nagyobb, lúgokkal szemben ellenállóak. Izzítani közvetlen lángon nem szabad, izzítókemencét célszerű alkalmazni. Hátrányuk, hogy érzékenyek a gyors hőmérséklet-változásra, illetve könnyen repednek a szűrőréteg beforrasztása mentén.

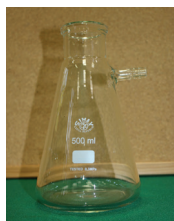
A Gooch-tégely az előzőekhez hasonlóan egy laboratóriumi szűrőeszköz (Gooch-szűrőnek is nevezik). Az előzőekhez hasonlóan a Gooch-tégelyben közvetlen lehet a csapadékot szárítani vagy hamvasztani. Szűrőréteget gyakran azbesztet használtak, de manapság ezt más (általában üveg) szűrőréteggel helyettesítik.



VIGYÁZAT! Az üvegszűrők szűrőrétegét az erős lúgok és a folyosav károsítja!

Szívópalack (Odsávacia banka)

A szívópalack vastag falú, oldalán szívócsonkkal ellátott Erlenmeyer-lombik, amelyhez gumicsővön keresztül vákuumot létrehozó készülék, pl. vízszugárszivattyú csatlakoztatható. Elsősorban vákuumszűrésnél használjuk.



Ábra 17 Szívópalack
(Odsávacia banka)

Dreschler-féle mosópalack (Premývačka podľa Dreschlera)



Ábra 18 Dreschler-féle mosópalack (Premývačka podľa Dreschlera)

A Dreschler-féle mosópalacknak két fő funkciója lehet az alap laboratóriumi műveletek végrehajtása során: tisztító/szárító vagy biztosító.

Amennyiben a mosópalack biztosító szerepet tölt be egy laboratóriumi berendezésben, abban az esetben a palackot üresen használjuk. Például vákuumszűrésnél, ahol a mosópalackot a szívópalack és a szivattyú közé kötjük be, elkerülhetjük a szűrlet visszaszívást, megakadályozva ezzel a szűrlet szivattyúba történő bejutását.

A mosópalackot viszont bizonyos gázok laboratóriumi előállítása során is alkalmazzuk, elsősorban azok tisztításra vagy szárításra. Ilyenkor a mosópalack az adott eljárás alapján előírt folyadékkal kerül feltöltésre, és a fejlődő gázt a palackban lévő folyadékon keresztül átbuborékolatva tisztítjuk, esetleg szárítjuk.

Bemérőedények (Odvažovačky)

A bemérőedény hengeres alakú, csiszolatos fedővel rendelkező üvegeszköz. Főként nedvszívó vagy illékony anyagok pontos bemérésénél alkalmazzuk.

Üvegbot (Sklenená tyčinka)

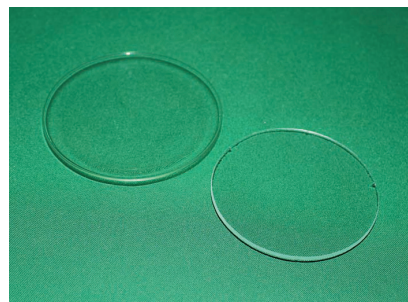
Laboratóriumi eljárások során az üvegbotot leggyakrabban keverésre használjuk, de a szűrés műveletének is fontos eszköze. Méretét tekintve lehet változó a vastagsága és a hosszúsága is. Olyan kivitelezésben is gyártják, amelynél az üvegbot egyik végén egy lapos talpacska van kialakítva, ami a nedves csapadék kinyomkodására alkalmas. Egy másik kivitelezési formában az üvegbot vége kanálszerűre van formálva. Az ilyen üvegbottal végzett keverés hatékonyabb. Hasznos laboratóriumi kelléknek bizonyul akkor is, ha indikátorpapírral szeretnénk az oldatunkat megvizsgálni. Ilyenkor nem mártjuk bele az oldatba a papír-csíkot, hanem egy üvegbottal megkeverve a vizsgálandó mintát, a nedves üvegbotot érintjük az indikátorpapírhoz.



Ábra 19 Üvegbot (Sklenená tyčinka)

Óraüveg (Hodinové sklo)

Az óraüveg kerek, lapos, tálkaszerű eszköz. Laboratóriumban edények lefedésére vagy kisebb mennyiségű szilárd anyagok mérésére vagy levegőn történő tárolására, szárítására használható. Méretét tekintve átmérője általában 5-20 cm. Hevítésre általában nem alkalmas.



Ábra 20 Óraüveg (Hodinové sklo)

Petri-csésze (Petriho miska)

A Petri-csésze hengeres, alacsony oldalfalú laboratóriumi üvegedény. Rendszerint egy kissé nagyobb átmérőjű fedővel együtt

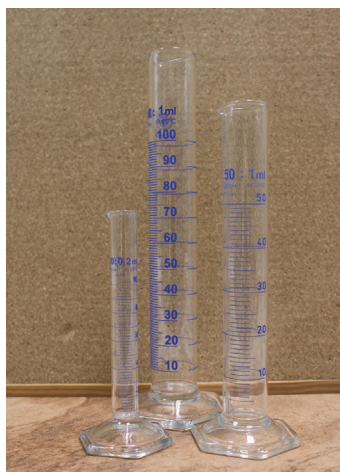


Ábra 21 Petri-csésze (Petriho miska)

hozzák forgalomba. A kémiai tudományok alkalmazásán kívül alapvetően a biológiában használják, elsősorban mikrobiológiai sejt kultúrák tenyésztésére. Az üvegből készült Petri-csészék sterilizáció után újra felhasználhatók (például 160 °C-os meleg levegőben tartva 1 órán át). A kémiában az óra-üveghez hasonlóan laboratóriumban edények lefedésére vagy kisebb mennyiségű szilárd anyagok mérésére, esetleg levegőn történő tárolására, szárítására, de a két részét együttesen akár kis mennyiségű gázok fejlesztésére kamraként is használható.

Mérőhenger (Odmerný valec)

Henger alakú, beosztásokkal ellátott, talpas üvegedény, amely kevésbé pontos térfogatmérésre alkalmas. Úrmértékét tekintve a mérőhengerek nagyon változatosak (10-2000 cm³ térfogatúak is léteznek).



Ábra 22 Mérőhenger
(Odmerný valec)



Ábra 23 Mérőlombik
(Odmerná banka)

Mérőlombik (Odmerná banka)

A mérőlombik olyan típusú állólombik, amelynek kis átmérőjű, hosszú nyakán egy körgyűrű jelzi pontosan a megadott térfogatot. Oldatok készítése során a mérőlombikba nagy pontossággal bemért anyagot teljesen feloldjuk a megfelelő oldószerben, majd az oldószerrel jelig feltöltjük. A túl szűk vagy túl széles nyak kedvezőtlenül befolyásolja a mérést. Úrtartalma 10-10 000 cm³-ig terjed. A mérőlombiknak léteznek csiszolatos és csiszolat nélküli változatai is.

Pipetták (Pipety)



Ábra 24 Osztott vagy mérőpipetta
(Pipeta delená)

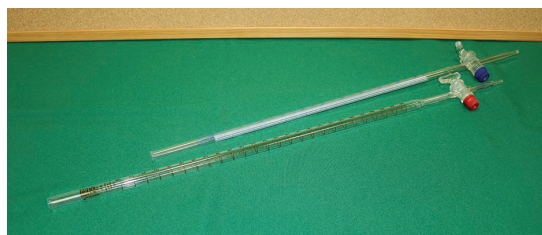


Ábra 25 Hasas pipetta (Pipeta nedelená)

A pipetta olyan beosztásokkal ellátott hengeres vagy hasas üvegcső, amellyel jeltől jelig kifolytatott folyadék térfogatát mérjük. Az üvegcső vége kúposan leszűkül. A beosztások elhelyezése szerint van: osztott vagy mérőpipetta (pipeta delená) és hasas pipetta. Az osztott pipetták általában 5-50 cm³ osztótérfogatúak. Arra alkalmasak, hogy több kisebb folyadék részletet mérjünk ki belőle. A hasas pipetták (pipeta nedelená) meghatározott mennyiségű (például 5, 10, 20, 25, 50 cm³) folyadék kimérésére alkalmasak. A jel a pipetta hasa felett található. A pipettákat használatuk során kifújni nem szabad, mivel a kieresztés után visszamaradó folyadék térfogata a pipetta névleges térfogatába be van számítva.

Büretták (Byrety)

A büretta egyenletes keresztmetszetű, általában 1 cm átmérőjű, 10-50 cm³ össztérfogatú cső. Lényegében az osztott pipettához hasonló eszköz, ami kis folyadékmennyiségek pontos adagolására alkalmas. A büretta csöve alul kissé meghajlított és csiszolatos csappal elzárható, felső végén nyitott, ahol a folyadék betöltése valósítható meg. Leggyakrabban analitikai kémiai térfogatós analízisben, titrálás során használjuk.



Ábra 26 Büretta (Byreta)

Piknométer (Piknometer)

A piknométer lombik alakú, szűk nyakú üvegedény, amelynek szájába körkörös jellel ellátott csiszolatos üvegapilláris illeszthető, és ezzel a folyadék térfogata rendkívül nagy pontossággal beállítható.

A piknométert az anyagok nagyon pontos értékű sűrűségének meghatározására használják. Alkalmas a porrá őrölt szilárd anyagok, apró kristályok, kenőcsös anyagok tömör térfogatának meghatározására is. A méréseket szükséges analitikai mérlegen végezni, 0,1 mg pontossággal.



Ábra 27 Piknométer
(Piknometer)

Hűtők (Chladiče)

A hűtő a laboratóriumi üvegedények olyan típusa, amelyet forró gőzök folyadékká történő hűtésére és kondenzálására használunk. A hűtők rendszerint egy külső üveghengerből, és az abban elhelyezett egyenes vagy tekert kisebb átmérőjű üveghengerből állnak. A külső és belső üvegek közötti tér a köpeny, leggyakrabban ebben a térben folyik a hűtőközeg (például hűtővíz), míg a belső hengeren belül a gőzök kondenzálása történik. A hűtő hatékony működését az biztosítja, hogy a két tér között nincs anyagáram, azaz nincsenek összekapcsolva. A külső üveghengernek van egy bemenete és egy kimenete a hűtőközrege.



Ábra 28 Liebig-hűtő (Chladič podľa Liebiga)



Ábra 29 Spirálos hűtő (Chladič špirálovitý)

Hűtőközengként a vízen kívül használhatunk különböző fagyálló folyadékokat is. A hűtő hatékonyságának érdekében a hűtőfolyadéknak folyamatosan áramlania kell. A hűtés jó hatásfoka megkívánja, hogy a hűtőközeg a köpenyben történő áramlás ellenáramban történjen a kondenzálódó anyaggal szemben.

A leggyakoribb hűtőtípusok: Liebig-, golyós és spirálos hűtő.



Ábra 30 Golyós hűtő (Chladič guličkový)

Exszikkátor (Exsikátor)



Ábra 31 Exszikkátor
(Exsikátor)

Az exszikkátor vastag falú, speciális alakú edény, amelyet elsősorban szilárd anyagok szárításra használunk. Az edény alsó részében higroszkópos (nedvszívó) anyag található, ami lehet CaCl_2 , NaOH , KOH , H_2SO_4 , P_2O_5 , szilikagél stb. A nedvszívó anyagot a lekötött gőzök tulajdonságai szerint választjuk ki. A nedvszívó anyag fölött az exszikkátorban egy lyukacsos kerámialap helyezkedik el, és a szárítandó anyagot tartalmazó nyitott edény erre a lapra van helyezve. Az eszköz működési elve abban rejlik, hogy az edény aljára helyezett nedvszívó szer megköti az edény légterébe párolgó gőzöket, így a szárított preparátum nedvességtartalma folyamatosan csökken. A légmentes zárás érdekében az üvegtest és az üvegfedél síkcsiszolatos, és a tökéletes zárás érdekében a csiszolatot időnként csapszírral kell megkenni. A fedelet könnyebben lehet levenni, ha azt nem emeljük, hanem óvatosan vízszintesen elcsúsztatjuk a csiszolatos felületen. Kevésbé illékony oldószerek eltávolításához előnyös a vákuumos exszikkátorok alkalmazása. A szárítandó

anyag behelyezése után az exszikkátorban jelen levő légköri nyomást külső pumpa segítségével lecsökkentjük, és ezzel a szárítás hatásfokát jelentős mértékben fokozni tudjuk.

Üveg dörzsmozsár (Sklenená trecia miska)

Szilárd anyagok porítására vagy szuszpenziók finom eldörzsölésére használják a dörzscsészét vagy mozsarat. Tartozéka a mozsártörő (tíčík).



Ábra 32 Üvegmozsár
(Sklenená trecia miska)

Hőmérő (Teplomer)



Ábra 33 Hőmérő (Teplomer)

A folyadékos hőmérők egy zárt folyadéktartó gömbből és a hozzá csatlakozó vékony, felső részén zárt üvegcsőből állnak. A hőmérők működési elve a bennük található mérőfolyadék hőtágulásán alapul. Folyadékként leggyakrabban higanyt vagy borszeszt tartalmaznak. Színtelen töltőfolyadékok esetében a folyadékot valamilyen színezőanyaggal teszik

láthatóvá. Az üvegcső mögött skálabeosztás található, amelyen a mért hőmérséklet közvetlenül leolvasható.

Borszeszégő (Kahan liehový)

A borszeszégő egy laboratóriumi hőforrás. Hatásfokát tekintve inkább kisebb laboratóriumokban, iskolákban használják, ugyanis ellentétben a Bunsen-égővel jóval kisebb a láng hőmérséklete ($400\text{--}500\text{ }^\circ\text{C}$). Négy részből áll: egy tartályból, amely általában üvegből készül; egy porcelán- vagy fémgyűrűből, ami megakadályozza, hogy a kanóc visszafelé égjön, és így komoly balesetet



Ábra 34 Szeszégő csiszolatos kupakkal (Kahan liehový s klobúčikom so zábrusom)a

okozzon; valamint egy kanócból A kanóc önmaga igazából nem ég, ellenben a feladata, hogy felszívja az éghető anyagot, ami általában etanol (más néven borszesz) vagy denaturált szesz (spirítusz). Használaton kívül a borszeszegő egy kupakkal zárható, amely megakadályozza az illékony égőanyag párolgását.

Folyadék- vagy porüvegek (Prachovnice a reagenčné fľaše)

A vegyszerek tárolása a laboratóriumban rendszerint vastag falú, lapos fenekű, hengeres alakú palackokban történik. Alakjuk alkalmazkodik a tárolandó anyag jellegéhez. A szűk nyakú üvegekben, az ún. folyadéküvegekben tartjuk a folyékony halmazállapotú anyagokat, a bő szájú ún. porüvegekben pedig a szilárd anyagokat.



Ábra 35 Porüvegek (Prachovnica)

Napfényre érzékeny anyagokat barna színű üvegekben tárolunk. Az üvegeket gumi, teflon, parafa vagy csiszolt üvegdugóval zárjuk le. Vigyázni kell, hogy a dugók be ne ragadjanak. Lúgok esetén a csiszolt dugós üveg helyett teflon dugót, esetleg celofánnal bevont gumit vagy parafa dugót lehet használni. Alkáli-hidroxidok esetében műanyagból készült porüveget/palackokat használunk, melyekhez csavaros kupak vagy dugó tartozik.

Vízszugárszivattyú (Vodná výveva)

A laboratóriumban használatos vízszugárszivattyú klasszikusan üvegből készült berendezés, de már inkább műanyagból készült vízszugárszivattyúk kerülnek forgalmazásra. A szerkezetét tekintve két egymásba épített koncentrikus csőből áll, amelyeken két bemenet és egy kimenet található. A vízszugárszivattyú működése abban rejlik, hogy a vízszugárszivattyú belső szűk nyílású csövén nagy sebességgel áramló víz a bővített részbe érve szívóhatást fejt ki, így a környezetéből magával ragadva a levegőrészecskéket a külső vastagabb csőben és a vele összekötött térben alacsonyabb nyomást képes létesíteni.



A

B

Ábra 36 Vízszugárszivattyú – (A) üveg, (B) műanyag
 (Vodná výveva – (A) sklenená, (B) plastová)

1.3 Az üvegcsövek megmunkálása a laboratóriumban (Manipulácia so sklenenými rúrkami v laboratóriu)

Az üvegmegmunkálás laboratóriumokban rendszerint a kisebb üvegcsövek megmunkálását jelenti.

1.3.1 Üveg vágása (Rezanie skla)

A gyémánttal vagy reszelővel előzőleg megkarcolt üvegcső a nyírónyomás hatására könnyen szétreped. A vastagabb üvegcsövek repesztése úgy történik, hogy a csövet a kívánt helyen megkarcoljuk, majd a karolás kezdetéhez izzó üvegbotot érintünk. A beálló hőssokk hatására az üveg rendszerint megreped, de amennyiben nem reped egészen körbe, akkor az izzó botot a repedés végéhez érintve körbevezetjük a keletkezett repedést az üvegcsövön. A levágott, de különösen a lerepesztett üveg élet ajánlatos lecsiszolni, reszelővel lesimítani vagy lángban leolvasztani.

1.3.2 Üveg éleinek leolvasztása (Tepelné zaoblenie ostrých hrán skla)

A lángban történő megmunkálás előtt az üveget gondosan tisztára kell mosni és meg kell szárítani. Az üveget lassan, egyenletes forgatás közben melegítjük a láng felső harmadában. Az élek leolvasztásánál lassan, forgatás közben, ferdén, kb. 45°-os szögben vezetjük az alacsonyabb hőmérsékletű, levegőszegény, lágyabb lángba a csövet. Amikor már a láng sárgára színeződik az üvegtől, több levegő (oxigén) adagolásával magasabb hőmérsékleten melegítjük a cső szélét. Így az élek legömbölyödnek anélkül, hogy a cső keresztmetszete vagy alakja megváltozna.

1.3.3 Az üveghajlítás és az üvegcsövek végének beolvasztása (Ohýbanie a zatavenie konca sklenených rúr)

Az üvegcső hajlításához nagy, széles lángot használunk. A cső egyik végének lezárása után a hajlítás helyén lassú forgatás közben addig melegítjük a csövet, amíg az a saját súlya alatt lehajlik. A csövet a lángból kivéve enyhe húzás közben hajlítjuk meg, annyira fújva bele, hogy hajlítás közben össze ne horpadjon. A vékony falú csövet a hajlítás előtt ajánlatos egy kissé összeejteni, ami úgy történik, hogy a csövet lángban melegítve folyamatosan forgatjuk, így a felületi feszültség a megolvadt üveget kissé összébb húzza, és ezzel a falvastagsága megnövekszik.

Az üvegcső végének lezárásánál a cső végét erőteljesen melegítjük, hogy egy kissé összeszűküljön, majd csipesszel összenyomjuk, és egy kevés megolvadt üveganyagot lehúzzunk. Kerüljük a vastag (azaz sok üveget tartalmazó) illesztések és részek létrehozását az üvegcsöveken, mert a vastagított részek rendszerint könnyen repednek.

1.4 Üvegből készült laboratóriumi eszközök tisztítása és karbantartása (Čistenie a údržba laboratórneho skla)


A laboratóriumi üvegeszközöket alapvetően zsírtalanító hatású, szintetikus mosószeres vízben mossuk el. Az üveg falán megtapadt szennyeződések eltávolítására folyékony súrolószereket használunk, és az alapos mosást kémcsómosó vagy kémcsőkefe alkalmazásával biztosítjuk.

Az erősen szennyezett laboratóriumi üvegek tisztítását vegyi úton végezzük, ehhez viszont szükséges ismernünk az eltávolítani kívánt szennyeződés jellegét. Pl. kálium-permanganáttal végezett kísérletet eredményeként az edény falán barna elszíneződés marad vissza (mangán(IV)-oxid), ami 1 mol/dm³-os kénsav és hidrogén-peroxid elegyével könnyen eltávolítható, míg a súrolószerek hatástalanok maradnak.


Hasonlóan hatékony az üvegedények tisztítására az 1:1 (V/V) térfogatarányos sósav oldat, vagy a

tömény lúg (nátrium-hidroxid vagy kálium-hidroxid) oldata, vagy nagyon makacs szennyeződések esetében a királyvíz (tömény sósav : tömény salétromsav elegye 3:1 arányban).


Rendkívül erélyes, de hatékony tisztítószer a krómkénsav. Hagyjuk benne állni a krómkénsavat a tisztítandó edényben egy napig. Ugyanazt a krómkénsavat mindaddig használhatjuk, amíg a barnásvörös színe zöldre nem változik.

	<p>VIGYÁZAT! Fontos, hogy a krómkénsavval végzett tisztítás során tartsuk be a laboratóriumi munkavégzés biztonságára vonatkozó szabályait, és állandóan figyeljünk magunk és mások biztonságára illetve egészségére. A kockázatot a krómkénsavban jelen levő Cr(VI)-ja okozza (LD50: 25mg/kg), amely egyidejűleg karcinogén, mutagén és teratogén-, ráadásul halmozódó (kumulatív) toxikus hatású.</p>
---	--

Minden vegyszeres tisztítást követnie kell a bő csapvizetes öblítésnek, majd desztillált vizes öblítésnek. A helyes laboratóriumi gyakorlat szerint az edényt háromszor átöblítjük csapvízzel, majd a kétszer desztillált vízben történő öblítéssel lesz biztosított, hogy az edény minden tisztítószer maradványaitól mentes lesz.

	<p><i>Megjegyzés: Szárítóba (cca. 110-120 °C-on) csak a hőálló üvegeket teszünk, amelyeket a szájukkal lefelé fordítva szárítunk. Az adott hőintervallumban a szárítószekrényben fél óra alatt teljesen megszárad az edény.</i></p>
--	---

A nem hőálló eszközöket csak szabad levegőn szárítjuk, esetleg szárítóban, de ezekben az esetekben a szárítást csak alacsony hőfokokon szabad végezni. Ennek példája az üvegből készült térfogatmérő eszközök szárítása, amelyeknél az üveg hőtágulása, ha kismértékben is, de befolyásolja a pontos térfogatukat.

	<p><i>Megjegyzés: A pontos laboratóriumi mérések érdekében a térfogatmérő üvegeszközöket (pipetta, bürretta, mérőlombik stb.) az elmosásuk során nem szárítjuk magas hőfokon a szárítóban (legfeljebb csak 40°C-ig).</i></p>
---	--

Térfogatmérő eszközt úgy tudunk gyorsan szárítani melegítés nélkül, hogy az eszközt mosogatás és desztillált vizes öblítés után acetonnal is átöblítjük néhányszor, majd az aceton levegő-átszívással (vízlégsugárszivattyú alkalmazásával) gyorsan elpárologtatjuk.

Az üvegeszközöket a szárítóból történő kiszedésük után csak kihűlt állapotban rakjuk el a tárolásukra szolgáló szekrényekbe.

1.5 Porceláneszközök (Laborátorne pomôcky z porcelánu)

A porcelán jellemzése

A porcelán az ipari kerámiák közé tartozik. A hőmérséklet-változással szembeni tűrőképessége, valamint magas lágyuláspontja alkalmassá teszi laboratóriumi eszközök készítésére is.

A kerámiák a nemfémes szervesetlen anyagok közé tartoznak, amelyeket magas hőmérsékletű ke-

zeléssel állítanak elő. A kerámiák tulajdonsága nemcsak azok összetételétől, hanem az előállítás körülményeitől is függ, elsősorban az égetés során alkalmazott hőmérséklettől. A porcelán legfontosabb nyersanyaga a tiszta fehér, vasmentes kaolin (50%), amit porcelánföldnek is neveznek. A kaolin fő alkotója a kaolinit nevű rétegszilikát. További nyersanyagok: 25% földpát és 25% kvarc. A porcelán égetése 1400 °C körüli hőmérsékleten történik. A máz nélküli porcelán 1400 °C-ig, a mázas porcelán 1200 °C-ig használható. A nagyobb, vastagabb falú porcelánedények nem hőállóak. Alkáliakkal és erősen redukáló anyagokkal szemben a porcelán kevésbé ellenálló.

1.5.1 Hevíthető porceláneszközök (Tepelne odolné laboratórne pomôcky z porcelánu)

Porcelán izzítótégely (Porcelánový žihací téglík)

Az izzítótégely, ahogy a neve is jelzi, egy anyagok izzítására alkalmas eszköz, amely lassú melegítéssel, nyílt lángon, esetleg elektromos izzítókemencében magas hőmérsékleteken izzítható. Formáját és anyagát tekintve az izzítótégely lapos fenekű, felfelé szélesedő, mázas edény, az alja kívülről máz-talan. A téglék lehűtését szintén lassan kell végezni, mivel hirtelen hőváltozás esetén hajlamosak a repedésre.



Ábra 37 Porcelán izzítótégely
(Porcelánový téglík)



Ábra 38 Porcelántál
(Porcelánová odparovacia miska)

Porcelántál (Porcelánová odparovacia miska)

A porcelántál lapos vagy domború fenekű, alacsony, a peremén kiöntővel ellátott edény. Legtöbbjük belülről, illetve a peremén mázzal van bevonva. Folyadékok bepárlására használják. Közvetett módon melegíthető víz- vagy homokfürdőn.

Porcelán háromszög (Triangel/trojhran)



Ábra 39 Porcelán háromszög
(Triangel/trojhran)

A porcelánháromszöget vasháromlábba helyezve lehetővé teszi például a porcelántégelyek lángon történő közvetlen melegítését, vagy akár lassú hevítését is.

1.5.2 Nem hevíthető porceláneszközök (Tepelne málo odolné laboratórne pomôcky z porcelánu)

Porcelán bemérőcsónak (Porcelánová lodička na váženie)

A bemérőcsónakot nem illékony szilárd anyagok pontos bemérésére alkalmazzuk.



Ábra 40 Porcelán bemérőcsónak
(Lodička na váženie)



Ábra 41 Porcelán dörzsmozsár (Porcelánová trecia miska)

Porcelán dörzsmozsár (Porcelánová trecia miska)

A nem hevíthető üvegeszközök leírásánál már említettük a dörzsmozsarat. A dörzsmozsár porcelán változata is a nem hevíthető laboratóriumi eszközök közé tartozik, mivel vastag falú, belül máztalan, a peremén kiöntővel ellátott edény. Funkcióját tekintve ezt is a szilárd anyagok porítására vagy szuszpenziók finom eldörzsölésére használjuk. Szükséges tartozéka a szintén porcelánból készült mozsártörő (tíčik).

Büchner-tölcsér (Büchnerov lievik)

A Büchner-tölcsér szűrőlemez alatti része kúpos, tölcsér alakú, míg a szűrőlemez feletti részének kialakítása lapos, henger alakú, aminek viszonylag nagy a térfogata, így alkalmas rá, hogy egyszerre nagyobb mennyiségű folyadékot is befogadjon. A szűrőfelülete kerek, lyuggatott porcelánlemez, amire szűréskor megfelelő korong alakú szűrőpapírlapot kell helyezni. Laboratóriumban a nagyobb mennyiségű csapadék vagy kristályos termék hatékonyabb szűrésére alkalmazzuk.



Ábra 42 Büchner-tölcsér
(Büchnerov lievik)

Porcelán vegyszeres kanál (Porcelánová lyžička)

A porcelán vegyszeres kanalat szilárd vegyszerek adagolására használjuk.



Ábra 43 Porcelán vegyszeres kanál
(Porcelánová lyžička)



Megjegyzés: A porcelán vegyszeres kanalat soha ne használjuk keverésre.

1.6 Fémeszközök (Laboratórne pomôcky z kovu)

Az üveggel és a porcelánnal szemben a különböző fémeknek és azok ötvözeteinek az az előnyös tulajdonságuk, hogy jól bírják a hirtelen bekövetkező hőmérséklet-változást, és sokkal kevésbé törékenyek. Laboratóriumi alkalmazásuk során a fémeszközöket a laboratóriumi edények befogására, a készülékek rögzítésére használjuk. Az eszközök anyaga leggyakrabban vas vagy alumínium (ötvözete).

1.6.1 Állványok (Laboratórne stojany)

Bunsen-állvány (Laboratórny stojan podľa Bunsena)

A Bunsen-állvány erős vastalpa téglalakú, míg tartórúdja 10-20 mm átmérőjű gömbvas. Feladata a különböző szerelvények tartása, rögzítése.



*Ábra 44 Bunsen-állvány
(Laboratórny stojan
podľa Bunsena)*

Vasháromláb (Trojnožka na varenie)

A vasháromláb egy háromlábú állvány, amelynek a lábai egy lapos vasgyűrűt tartanak. Ha dróthálóval van ellátva, akkor a gázlángon melegítendő üvegedényeket állíthatjuk rá.



*Ábra 45 Vasháromláb
(Trojnožka na varenie)*

Laboratóriumi emelő (Laboratórny zdvihák)

Az emelőt a laboratóriumi készülék alátámasztására, megemelésére használjuk. Segítségével például a hőátadó műveleteknél megfelelő magasságba állíthatjuk a közvetítő fürdőt.



Ábra 46 Emelő
(Laboratórny zdvihák)

1.6.2 Fogók és szorítók (Svorky a držiaky)

A készülékek alkatrészeinek egymáshoz vagy az állványra történő rögzítése fogók és kettős szorítók segítségével történik. A fogók üveggel érintkező belső felét gumival, parafával vagy más rugalmas anyaggal kell bélelni (ez gyakran gyárilag van kialakítva), máskülönben a befogott üvegekészülékek a szorítás hatására összetörhetnek. A rugalmas parafabetéttel ellátott fogókat nem kell túlságosan behúzni, mert a lombikok szájánál levő perem a fogóra támaszkodik, így a lombikok kicsúszásának a veszélye nem áll fenn.

Kettős szorítódíó (Dvojité svorka)

A kettős szorítódíó (vagy gyakrabban használt nevén kettősdíó) öntöttvasból készült kettős szorítócsavar, amelynek egyik csavarja az állványhoz, a másik a fogóhoz csavarozva a kettőt összeköti. A készülék összeszerelése során vigyázni kell arra, hogy a díónak az a fele, amelyikbe a fogó szárát tesszük, nyílásával felfelé álljon, így a fogó nem tud kiesni a befogócsavar meglazulása esetén sem.



Ábra 47 Kettős szorítódíó
(Dvojité svorka)

Fogók (Držiaky)

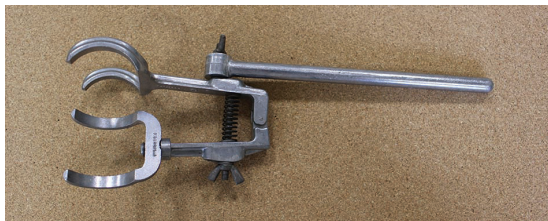
Az állványra a fogókat a díó segítségével erősítjük fel, melyek méretüktől és feladatuktól függően lehetnek lombikfogók, hűtőfogók, tégelyfogó vagy bürettafogók.



Ábra 48 Fogó (Držiak bez svorky)



Ábra 49 Lombikfogó
(Držiak bez svorky na banky)



Ábra 50 Hűtőfogó (Držiak na chladič)



Ábra 51 Tégelyfogó (Laboratórne kliešte)



Ábra 52 Főzőpohárfogó (Kliešte na kadičky)

Szorító (Tlačka)



Ábra 53 Hoffmann-szorító
(Tlačka Hoffmannová)

A szorítók a gumicső elszorítására szolgálnak. Különböző típusai léteznek. A Hoffmann-szorító csavarral összeszorított fémlemez, amelyek közé helyezük az elzárandó gumicsövet. A Mohr-szorítóval egy fémhurokba fogva szorítja a gumicsövet. A Hoffmann-szorító előnye a biztonságosabb zárás, viszont nehezebb a kezelése.

Vaskarika (Železný kruh)

A feladatát tekintve a laboratóriumi vaskarikának két típusát különböztetjük meg: a szorító nélküli vaskarikát és a (szorítóval ellátott) szűrőkarikát, amit a tölcse tartására használunk.



Ábra 54 Szorító nélküli vaskarika
(Kruh na varenie bez svorky)

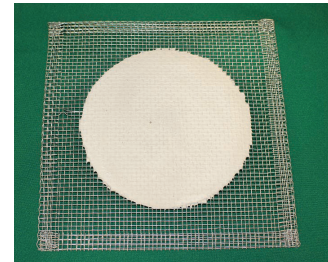


Ábra 55 Szűrőkarika
(Kruh na filtráciu)

1.6.3 Egyéb laboratóriumi fémesszközök (Ďalšie laboratorne pomôcky z kovu)

Drótháló (Siet'ka)

A vasháromlábba tett drótháló az edények melegítésekor egyenletes hőelosztást biztosít, így a dróthálónak a közvetett melegítés során van kulcsfontosságú szerepe. Fontos megjegyezni, hogy a hőt csak addig képes egyenletesen elosztani, amíg az agyagrétege sérüléstől mentes.



Ábra 56 Drótháló (Siet'ka)

Gázégő (Plynový kahan)



Ábra 57 Teclu-égő
(Tecluho plynový
kahan)

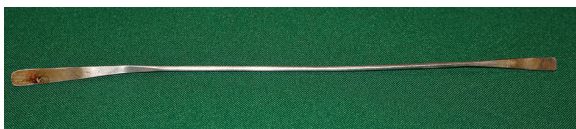


Ábra 58 Bun-
sen-égő (Bun-
senov plynový kahan)

A gázégő a legáltalánosabban használt melegítő eszköz. Előnyei közé tartozik, hogy a gázláng könnyen szabályozható, és hogy a leggyorsabb melegítést érhetjük el vele. A gázégők segítségével kb. 1000-1200 °C hőmérsékletet érhetünk el. A gáz használatának az a hátránya, hogy hibás használat esetén a szivárgó gáz mérgezést okozhat, illetve robbanásveszélyessé válhat. Gyúlékony és könnyen illanó anyagokat ennek értelmében szigorúan tilos közvetlenül melegíteni! A legismertebb laboratóriumi gázégők: a Bunsen-, a Méker- és a Teclu-égők.

Apró fémesszközök (Drobné laboratorne pomôcky z kovu)

A laboratóriumi munka során nélkülözhetetlen további eszközök: a szilárd vegyszerek adagolására használatos különféle ötvözetekből készült fémspatulák, vegyszeres kanalak, továbbá a fémcsipesz.



Ábra 59 Fémspatulák (Špachtľa)



Ábra 60 Fémcsipesz (Pinzeta)

1.7 Egyéb anyagból készült laboratóriumi eszközök (Laboratórne pomôcky vyrobené z ďalších materiálov)

Előnyös tulajdonságaiknak köszönhetően napjainkban egyre elterjedtebbé válik a különféle műanyagokból készült eszközök használata, sok területen kiszorítva az üveget és a fémet. A műanyag edények előnye, hogy törésállóak, nem korrodálódnak, könnyűek és jól tisztíthatók. A fluorozott műanyagokból készülő eszközök vegyszer- és hőállóságban felveszik a versenyt az üveggel.

A leggyakrabban használt műanyagok:

- polietilén (PE) - olcsó, de kevésbé hő- és vegyszerálló,
- polipropilén (PP) - jó mechanikai tulajdonsággal rendelkező,
- politetrafluoroetilén (PTFE – teflon) - jó vegyszer- és hőállóságú.



Ábra 61 Pipettázó labda
(Gumový balónik)



Ábra 62 Gömblobiktartó gyűrű
(Podložka na banku s guľatým dnom)

A laboratóriumban még mindig megtalálható a hagyományos anyagok is, mint például a fa és a gumi. Gumiból készülnek még dugók, pipettázó labdák és a cseppentő üvegcsövekre illeszthető szívó-cseppentő feltétek.

Néhány esetben a gumicsövet felválthatja szilikongumicső, amely 200 °C-ig hőálló és kedvező a vegyszerállósága, viszont a lúgokkal szemben nem ellenálló.

A parafából készült dugók, illetve a gömblobiktartó gyűrű még mindig használatos

a laboratóriumban, mint ahogy fából készült kémcsőfogók vagy kémcsőállványok is fellelhetők a laboratóriumokban.

Pasteur-pipetta (Pasteurova pipeta)

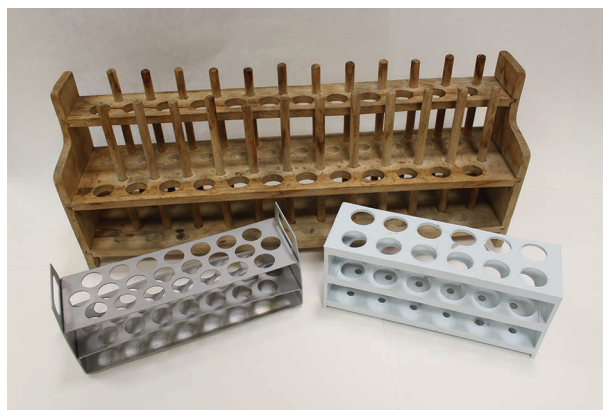
A Pasteur-pipetta igen kis térfogatú folyadékok adagolására használható műanyag eszköz. Pontos kimérésre nem alkalmas, mert pontos beosztással nem rendelkezik, de csepegtetésre kiváló egyszer használható eszköz.



Ábra 63 Pasteur-pipetta
(Pasteurova pipeta)

Kémcsőállvány (Stojan na skúmavky)

A nagyobb számú kémcsővel való műveletvégzés során használjuk a kémcsőállványt. A kémcsőállvány készülhet fából, fémből és műanyagból is, a műanyag kémcsőtartók azonban nagyon forró kémcsövek tárolására nem alkalmasak.



Ábra 64 Kémcsőállvány (Stojan na skúmavky)

Spricflaska (Plastová striekačka)

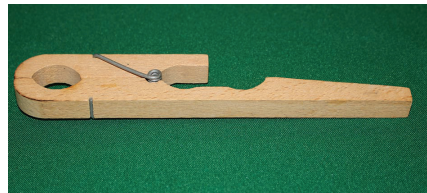
A spricflaskát leggyakrabban desztillált, ioncserélt vagy vezetési víz tárolására és adagolására alkalmazzuk.

Kémcsőfogó (Držiak na skúmavky)

A kémcsövek tartalmának melegítése során kémcsőfogót használunk. Egy részük készül csak fából, a kémcsövet egy fémrész rögzíti. Léteznek teljesen fából készült kémcsőfogók is.



Ábra 65 Spricflaska
(Plastová striekačka)



Ábra 66 Kémcsőfogó I.
(Držiak na skúmavky)



Ábra 67 Kémcsőfogó II.
(Držiak na skúmavky)

Mágneses keverőbot „keverőbaba” (Magnetické miešadielko)

A mágneses „babát” vagy keverőt a mágneses keverés funkcióval ellátott elektromos melegítőn történő melegítés során használjuk.



Ábra 68 Mágneses baba
(Magnetické miešadielko)

Összefoglaló

Az laboratóriumi eszközök készülhetnek a következő anyagokból:

- üvegből,
- porcelánból,
- fémből,
- egyéb anyagból (fából és műanyagból).

Laboratóriumi felhasználásuk során további fontos szempont az adott laboratóriumi eszközök hevíthető vagy nem hevíthető kivitelezése. E tekintetben megkülönböztetünk:

- hevíthető laboratóriumi üvegeszközöket, pl. főzőpohár, lombik stb.
- nem hevíthető üvegeszközöket, pl. pipetta, buretta, mérőhenger, üvegcád stb.
- hevíthető laboratóriumi porceláneszközöket, pl. porcelántégely, bepárló- vagy kristályosító csésze stb.
- nem hevíthető porceláneszközöket, pl. Büchner-tölcsér, porcelánmozsár stb.

A laboratóriumi munkavégzés végeztével az eszközöket tisztán és szárazan tesszük a helyükre, előkészítve a következő művelet végrehajtásához.



Kérdések és feladatok

1. Nevezzen meg legalább 3 laboratóriumi üvegeszközt, amiben melegíthetünk!
2. Nevezzen meg legalább 3 olyan porcelán eszközt, amit nem melegíthetünk!
3. Nevezzen meg legalább 3 laboratóriumi eszközt, ami berendezések biztonságos rögzítésére használunk.
4. Nevezzen meg legalább 3 műanyagból készült laboratóriumi eszközt!
5. Egészítse ki a hiányos táblázatot!

Eszköz	Megnevezése (HU-SK/EN)	Mire használjuk?
		
		
		
		
		

6. Rendelje a meghatározáshoz a megfelelő laboratóriumi eszközt!

A	Bepárláskor a folyékony anyag tárolására használjuk.	1	
B	Pontos kis térfogatú folyadék beméré- sére alkalmas.	2	
C	A Bunsen állványon tartja a szűrőt.	3	
D	Kis mennyiségű szilárd anyag adagolá- sára alkalmas.	4	

2 Laboratóriumi műveletek jellemzése (Charakteristika laboratóriumi operációi)

A következő fejezetben a laboratóriumi gyakorlat során leggyakrabban végrehajtott alpműveletek jellemzésével foglalkozunk.

2.1 Laboratóriumi alpmérések (Základné merania v laboratóriu)

2.1.1 Hőmérsékletmérés (Meranie teploty)



Ábra 69 Galileo-hőmérő
(Galileo teplomer)

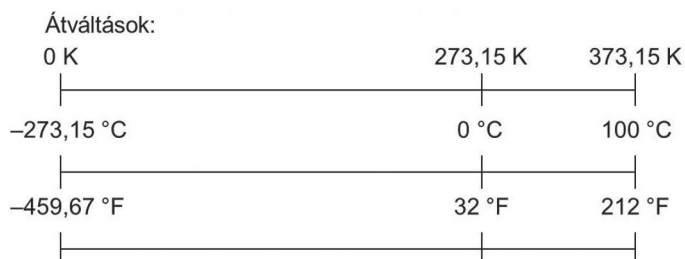
A hőmérséklet az anyag fizikai állapotának egyik termodinamikai jellemzője, állapotjellemző.

Ha két különböző hőmérsékletű test érintkezésbe kerül egymással, akkor hőáram indul meg közöttük, és hőmérsékletük kiegyenlítődik.

A hőmérséklet mérése hőmérőkkel történik. Az első hőmérő Galileo Galilei (1597) nevéhez fűződik. Ma is találkozhatunk Galileo-féle hőmérővel, szerepüket tekintve inkább háztartásaink dísz tárgyai, mintsem mérőeszközök.

A tudománytörténet során a hőmérséklet mérésére több skálát is alkalmaztak. Megemlíthetjük az Európában leginkább használatos Celsius-skálát, amit a svéd származású természettudós, csillagász Andres Celsius alkotott meg 1737-ben, vagy az angolszász országokban használatos Fahrenheit-skálát ($^{\circ}\text{F}$), ami Daniel Gabriel Fahrenheit német fizikus nevéhez fűződik. A Kelvin-féle hőmérsékleti skála Wiliam Thomson (Sir Kelvin) nevéhez fűződik, aki 1848-ban alkotta meg azt az abszolút hőmérsékleti skálát, amelynek zéruspontja az elméleti abszolút nulla hőmérséklet. Ezen a hőmérsékleten megszűnik az anyagi részecskék belső mozgása, és a molekulák csak a nullponti rezgési energiával rendelkeznek.

A hőmérsékletnek mint fizikai mennyiségnek a jele a T , az SI-rendszer szerint mértékegysége a K (kelvin).



Ábra 70 Hőmérsékleti skálák szerinti átváltás

A laboratóriumban, illetve a hétköznapi életben azonban a K (kelvin) helyett leginkább a $^{\circ}\text{C}$ (Celsius-fokot) a használjuk, ami ugyan nem SI-mértékegység, de a használata engedélyezett.

A laboratóriumi mérések során még ma is főként az ún. folyadék hőmérőket használjuk, amelyek a folyadékok hőtágulását és az abból bekövetkező térfogatváltozást használják fel a hőmérséklet mérésére. Ezek a hőmérők egy lezárt



Ábra 71 Infravörös hőmérő (Bezkontaktný infračervený teplomer)

végű kapillárisban végződő folyadéktartó edényből és egy, a kapillárishoz illesztett skálából állnak. A töltőfolyadék még napjainkban is lehet higany, de további szerves oldószerek is alkalmasak ilyen célra (pl. toluol, amil-alkohol, izo-pentán stb.). Amennyiben a töltőfolyadék színtelen, a folyadékot valamilyen színezőanyaggal színezik.

A folyadék hőmérők mellett ismerünk még bimetall hőmérőket, amelyeknek a működése szintén a hőtáguláson alapul.

Szerkezetét tekintve a bimetall hőmérő két eltérő hőtágulású fémlap („bimetall”) összepréselésével kialakított szalagból áll, amelyek hőmérséklet-változás esetén elhajlanak. Melegítés hatására az elhajlás a kisebb hőtágulási együtthatójú fém felé, hűtésre pedig az ellenkező irányba történik. Az ipari és a kutatólaboratóriumokban az előbbieken említett hőmérők mellett használnak még ún. infravörös hőmérőket. Ezek előnye, hogy célzó lézerrel rendelkeznek, és a vizsgált anyaggal történő érintkezés nélkül tudják mérni annak hőmérsékletét. Hátránya, hogy a hőmérőt a pontos mérésekhez időről időre kalibrálni kell.

Összefoglaló

A hőmérséklet - fizikai mennyiség.

Jele: T

Mértékegysége: K (kelvin)

Laboratóriumban a **hőmérséklet mérése hőmérővel** történik.

A leggyakoribb hőmérséklet-skálák:

- Celsius-skála ($^{\circ}\text{C}$),
- Fahrenheit-skála ($^{\circ}\text{F}$),
- Kelvin-skála (K).

A leggyakoribb hőmérőtípusok:

- folyadékhőmérő,
- bimetall hőmérő,
- infravörös hőmérő.

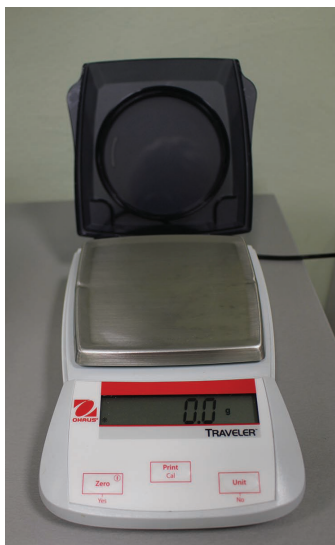


Kérdések és feladatok:

1. Nevezzen meg hőmérséklet mérésére használatos mérőeszközöket!
2. Milyen elven működnek a folyadékhőmérők?
3. Váltsa át a következő hőmérsékleti értékeket!

10 $^{\circ}\text{C}$ =	K
10 $^{\circ}\text{C}$ =	$^{\circ}\text{F}$
16 $^{\circ}\text{F}$ =	$^{\circ}\text{C}$
298, 15 K =	$^{\circ}\text{C}$
29 $^{\circ}\text{F}$ =	K

2.1.2 Tömegmérés (Meranie hmotnosti)



Ábra 72 Táramérleg
(Presné technické váhy)

A tömegnek mint fizikai mennyiségnek a jele m , SI-métekegységben vett alapegysége a kilogramm (kg).

Egy kg az a tömeg, ami megfelel $1000,028 \text{ cm}^3$ 4 °C -os és $0,1 \text{ MPa}$ nyomáson levő víz tömegének. A laboratóriumban viszont a kg kisebb egységeivel dolgozunk, főként a kg ezredrészével, a grammal (g), vagy a kg milliomod részével, a milligrammal (mg).

A tömeg mérése mérleggel történik. Megkülönböztetünk **mechanikus** és **elektronikus mérlegeket**.

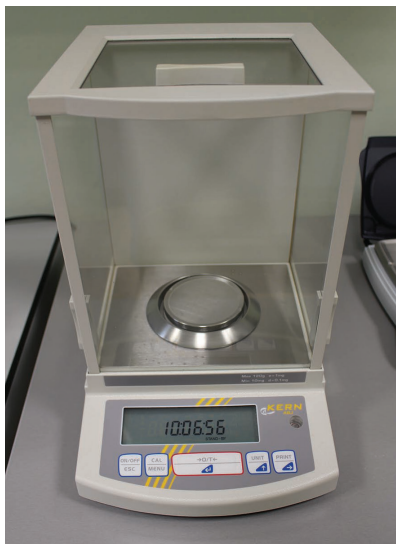
Klasszikus módszerrel egy nyugvó test tömegét úgy határozzuk meg, hogy annak tömegét összehasonlítjuk egy ismert tömeggel. Két tömeg akkor egyenlő, ha egy homogén gravitációs térben azonos gravitációs erő hat rájuk. Ezen az elven működtek a mechanikus mérlegek, amelyeket ma már csak ritkán használunk a laboratóriumban.

A ma használatos elektronikus mérlegek mérési elve nem a tömegek összehasonlításán alapul, hanem a Föld gravitációs terében a mérendő testre ható súlyerő meghatározásával adják meg a test tömegét. Ezek a mérlegek gyors, pontos leolvasást tesznek lehetővé, így már nem kell mérősúlyokkal kiegyensúlyozni a mérendő test tömegét, csak a kijelzőt leolvasni.

A hétköznapokban előforduló tömegmérés jellemzően billenősúlyos gyorsmérlegen (háztartási, üzleti vagy levélmérlegen) történik. Ilyen esetben csak néhány grammnyi pontossággal tudunk mérni. A billenősúlyos mérlegek felső méréshatára 2-10 kg.

A laboratóriumban a leggyakrabban használt mérleg a **táramérleg**, a **precíziós mérleg** és az **analitikai mérleg**. A precíziós mérleg 1 mg (0,001 g) érzékenységgű mérést tesz lehetővé, felső méréshatára 100-200 g közötti.

A laboratóriumban történő tömegmérésnek kétféle célja lehet:



Ábra 73 Analitikai mérleg
(Analytické váhy)

- vagy az ismeretlen tömegű anyag vagy test tömegének a megállapítása,
- vagy az előkészített anyagból kell meghatározott mennyiséget lemérni.

Ha meghatározott mennyiségű anyagot kell lemérnünk, akkor úgy járunk el, hogy először a bemérőedény (lombik, főzőpohár, óraüveg, bemérő csónak) tömegét állapítjuk meg, majd a tara gomb megnyomásával a digitális kijelzőt kinullázzuk. Ezt követően a bemérőedénybe helyezett anyag tömege már közvetlenül leolvasható.

A mérlegek jellemzői:

- a **méréshatár** – ami megadja azt a maximális tömeget, amivel a mérleg még terhelhető,
- az **érzékenység** – ami meghatározza azt a legkisebb tömeget, amelyre a mutató (vagy a kijelző) egy osztással kitér,
- a **pontosság** – ami megadja a valós tömeg és a mért tömeg közötti százalékos eltérést (torzítást).

Táblázat 2 A mérlegtípusok jellemzői

Mérleg típusa	méréshatára (g)	érzékenysége (g)
táramérleg	200-2000	10^{-1} és 10^{-2} között
precíziós mérleg	100-200	10^{-2} és 10^{-3} között
analitikai mérleg	100-200	10^{-4} és 10^{-6} között

Az analitikai mérleg és a táramérleg közötti különbség:

Az analitikai mérleg pontossága és érzékenysége nagyobb, mint a táramérlegé (az analitikai mérleg négy, míg a táramérleg csak legfeljebb két tizedesjegynyi pontossággal tudja a tömeget meghatározni). Az analitikai mérleg esetében a mérés megbízhatóságát növeli az, hogy a mérendő tárgyat egy üvegből készült szekrény veszi körül, ezzel kizárva ezzel az esetleges levegőmozgás által okozott hibákat.

Az analitikai mérleggel történő mérés folyamata, illetve a mérleg használatára vonatkozó szabályok:

A mérleg elhelyezése történjen mindig rázkódásmentes szilárd alapon, távol vízgőztől, savgőztől, huzattól és fűtőtesttől. Sima asztalon a mérleg mérés közben könnyen elcsúszhat, ezért lábai alá gumikorongot ajánlatos helyezni. A mérés előtt győződjünk meg arról, hogy a mérleg vízszintesen fekszik. Ezt a mérlegen található vízszintjelző buborék ellenőrzésével tehetjük meg. Amennyiben a vízszintjelző buborék eltérést mutat a vízszintes elhelyezéstől, akkor a mérleg csavarmenettel ellátott lábaival ezt korrigálni kell.

1. Célszerűen és helyesen járunk el, ha a mérés előtt 5-10 percre nyitva hagyjuk a mérlegszekrény ajtóit, hogy a szekrény levegője azonos állapotú legyen a környezet levegőjével.
2. Mérés közben viszont a mérleg-ajtókat már zárva tartjuk, és csak a mérendő anyag behelyezése és kivétele céljából nyitjuk ki.
3. Szobahőmérsékletnél melegebb tárgyat nem mérünk mérlegen, mert a mérlegkarok egyenlőtlen felmelegedése hibát okoz. Ezért mérés előtt a szárítószekrényből kivett edényben vagy kiizzított tégelyben levő anyagot először exsikkátorban hagyjuk lehűlni.
4. A mérendő vegyi anyagot soha nem helyezük közvetlenül a mérlegserpenyőre, hanem bemérőedény segítségével mérjük le!
5. A bemérőedényben a mérendő anyaggal mindig a mérlegserpenyő közepére helyezük el, így biztosítva a serpenyőre ható egyenletes terhelést.
6. Savak, lúgok, nagy gőznyomású és nedvszívó anyagok mérlegen való mérését csak jól záró, csiszolatos fedelű mérőedényben valósítjuk meg. Ezeket az anyagokat semmiképpen ne tartsunk a mérleg közelében, mert ezek gőzeik a mérleg alkatrészeit megtámadják.
7. A mérés befejezése után a mérleg terhelését a lehető legrövidebb idő alatt szüntessük meg!
8. A mérlegszekrényben a kiszóródott vegyszereket puha ecsettel szedjük össze! A kicsöppent folyadékot azonnal itassuk fel, és alkoholos papírvattával töröljük át a szennyezett területet!
9. Figyeljünk a mérlegek tisztaságára!

Összefoglaló

A tömeg mérése mérleggel történik, ami lehet mechanikus vagy elektronikus.

Laboratóriumban leggyakrabban használt mérlegek a **táramérleg**, a **precíziós mérleg** és az **analitikai mérleg**.

A mérlegek jellemzői:

- a méréshatár,
- az érzékenység,
- a pontosság.

A tömegmérés általános szabályai

- Vegyszert soha nem szabad közvetlenül a mérlegre tenni!
- A mérleg terhelhetőségénél nagyobb terhet a mérlegre tenni tilos!
- Csak a mérleg hőfokával azonos hőmérsékletű anyagokat szabad mérni!
- Analitikai mérlegen való méréskor a mérleg minden ajtajának zárva kell lennie!
- A mérleget mérés után tisztán kell hagyni!



Kérdések és feladatok

1. Jellemezze a tömegmérési eszközök következő paramétereinek a jelentését!
 - A mérleg érzékenysége:
 - A mérleg méréshatára:
 - A mérleg pontossága:
2. Milyen helyiségben, milyen körülmények között kell a mérlegeket felállítani és használni, hogy a mérlegelés a lehető legpontosabb legyen?
3. Állítsa sorrendbe a mérlegeket növekvő pontosságuk alapján! Rendeljen sorszámot a mérleg megnevezése mellé!
 - precíziós mérleg -
 - billenősúlyos mérleg -
 - analitikai mérleg -
 - táramérleg -
4. Mire szolgál a bemérőedény?
5. Nevezzen meg legalább 3 laboratóriumi eszközt, amit bemérőedényként használhatunk!
6. Jellemezze a savak, a lúgok, a nagy tenziójú és a nedvszívó anyagok analitikai mérlegen történő mérését!
7. Hogyan tisztítjuk és távolítjuk el a mérlegre került szennyeződést?

2.1.3 Térfogatmérés (Meranie objemu)

A térfogat az SI-rendszer származtatott mennyisége; jele a V, mértékegysége pedig a m^3 (köbméter). A laboratóriumi gyakorlatban rendszerint a köbméter törtrészeit (dm^3 , cm^3 , esetleg mm^3) használjuk.

A térfogat nem SI mértékegysége a liter (jele l vagy L). A liter az SI által elfogadott, nem koherens mértékegységek közé tartozik, amelyek elfogadottak széles körű elterjedtségük és hasznosságuk miatt. Azonos térfogatnak tekinthető, mint az $1 dm^3$. Hasonlóan gyakori a kisebb térfogatmérés során a 1 ml vagy $1 cm^3$.



Megjegyzés: A kis „l” betű helyett azért használnak gyakran nagy „L”-et a jelölésre, mert bizonyos karaktertípusoknál könnyen összetévesztető az 1-es számmal.

A térfogatmérésre használt laboratóriumi eszközök általában jó minőségű üvegből készülnek, amelyek beosztással vagy térfogatjellel vannak ellátva.

Bizonyos kémiai reakciókhoz használt üvegedények, mint pl. főzőpoharak, Erlenmeyer-lombikok stb. is rendelkeznek térfogatjelző beosztással, azonban ezek az eszközök nem minősülnek térfogatmérő eszköznek. A rajtuk található beosztások csak irányadóak, és bár segítik a térfogat becslését, de pontos mérésre nem alkalmasak.



Megjegyzés: Még a legpontosabb térfogatmérő eszközök is pontatlanabbak, mint a pontos mérlegek.

A tömegmérés esetében (amennyiben nincs szó hőmérséklet-ingadozásról) a mérés független a szobahőmérséklet pillanatnyi értékétől. Tekintettel arra, hogy a térfogatmérő eszközök üvegből készülnek, és az üveg hő hatására tágul, ezért ennek (még ha kismértékben is) befolyása van a térfogat mérésére.

A másik probléma a mért folyadék sűrűsége, ami szintén változik a hőmérséklet függvényében, így ezáltal közvetett módon befolyásolja a térfogatot. Ezért a térfogatmérésnél nagy jelentősége lehet a szobahőmérsékletnek, ami a manapság épülő, modern laboratóriumok esetében légkondicionálással van megoldva.

A térfogatmérő eszközök két alaptípusát különböztetjük meg:

- *Betöltésre kalibrált eszköz* – mérőlombik (az egyetlen ilyen eszköz)

A mérőlombik betöltésre kalibrálása azt jelenti, hogy a lombik térfogatjelét a betöltött folyadék felső szintjéhez (meniszkusz) igazítják. Ha a pontosan jelölt töltött mérőlombikból kiöntjük a folyadékot, annak térfogata biztosan kisebb lesz, mint a megadott érték, mert több-kevesebb folyadék mindig feltapad az edény falára.

- *Kitöltésre kalibrált eszköz* – pl. mérőhenger, pipetta, buretta

A kitöltésre kalibrálás arra vonatkozik, hogy például ha egy pipettából, amelyet pontosan feltöltöttünk $10,00 cm^3$ -re és szabályszerűen kiengedjük a benne levő folyadékot, akkor annak térfogata a hibahatáron belül ténylegesen $10,00 cm^3$ lesz.



Ábra 74 Betöltésre kalibrált térfogatmérő eszköz



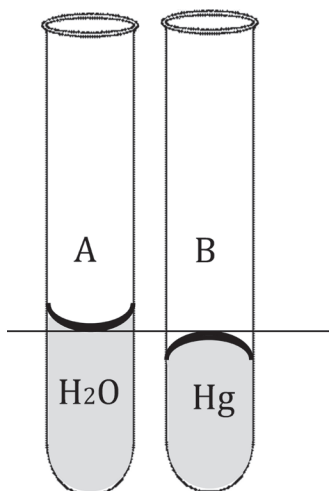
Megjegyzés: Ha le tudnánk mérni a feltöltött pipettában levő víz térfogatát, az valójában kicsit több lenne 10,00 cm³-nél. A többlet a pipetta falára tapadó folyadék.



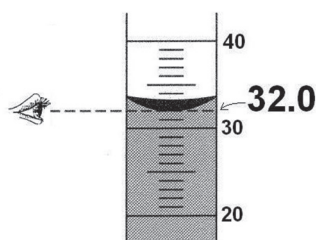
Ábra 75 Kitöltésre kalibrált
térfogatmérő eszköz

A térfogatmérés mint művelet a laboratóriumi térfogatmérő eszközök bármelyikével egyszerűen kivitelezhető, és lényegében csak a folyadékfelület (meniszkusz) pontos beállításából vagy a meniszkusz helyzetének leolvasásából áll. Nedvesítő folyadékok esetében, mint például vizes oldatoknál a meniszkusz homorú. Ilyenkor a folyadékfelület legmélyebb pontjának és a térfogatmérő eszköz adott jelének vagy beosztásának kell egybeesnie.

A folyadékszint beállításánál nagyon fontos, hogy a jelzés szemmagasságban legyen leolvasva. A mérőlombikok az oldatkészítés alapeszközei. A gyakorlatban szinte mindig úgy jelentkeznek az ilyen jellegű feladatok, hogy készítenünk kell adott térfogatú oldatot. Ez az „adott térfogat” tulajdonképpen a mérőlombik térfogata. Az oldat készülhet szilárd anyagból oldószerben való feloldással, vagy folyadékból (tömény oldatból) hígítással. Mindkét esetben az a művelet vége, hogy a mérőlombikot jelig töltjük oldószerrel, és az oldatot elegyítjük.



Ábra 76 A homorú (A) és domború (B) folyadékfelszint beállítása



Ábra 77 A folyadékfelszín helyes beállítása

A kitöltésre kalibrált eszközök között van egy kevésbé pontos, nem analitikai igényű térfogatmérő eszköz – a mérőhenger. A mérőhengerek szintén nagyon különböző méretben készülnek, nehéz, öntött üvegből. Az eszköz pontossága természetesen függ a mérendő térfogattól.

Kitöltésre kalibrált térfogatmérő eszközök a pipetták. Két fő típusuk ismeretes: a hasas (vagy teli) pipetták és az osztott pipetták.

A hasas pipetták egy adott térfogat pontos bemérésére szolgálnak. Csak olyan térfogatot lehet velük pontosan bemérni, amilyen adat van rajtuk feltüntetve.

Az osztott pipetták is adott kerek végtérfogattal készülnek (1, 2, 5, 10 cm³-es pipetták), de az adott térfogaton belül az osztások által meghatározott kisebb térfogatok bemérésére is van lehetőség.

A pipetta szabályos használata: A szabályos pipettázás egy fontos „segédeszköze” néhány darab szűrőpapírcsík, amit a pipetta külső részének törülésére használunk.

Pipettázás előtt a pipettának vagy tökéletesen száraznak, vagy a használt oldószertől nedvesnek kell lennie. A nedves pipettát használat előtt öblítsük át a mérendő oldattal legalább háromszor. Ezt úgy végezzük el, hogy a pipetta kb. 1/3 részéig felszívunk az oldatból, majd mutatóujjunkkal gyorsan lezárva a pipetta felső végét, kivesszük a pipettát az edényből. Ügyeljünk a pipetta végének gyors befogására, hogy a tiszta oldószerezrel keveredett oldat ne folyjon vissza az eredeti oldatba. A kivett oldatot kicsit rázogassuk a pipettában, majd engedjük ki a lefolyóba. Ezt az átöblítést ismétljük még legalább kétszer.

A mérésre kész pipetta végét mártsuk a mérendő folyadékba, és óvatosan szívjunk fel a folyadékból annyit, hogy 1–2 cm-rel a felső jel fölött legyen a folyadékszint. A pipettát mutatóujjunk végével zárjuk le.

- Töröljük le a pipetta végét a már leírt szűrőpapír csíkkal.
- Tegyük vissza a pipetta végét a bemérendő folyadékos edénybe, de most már ne nyomjuk a folyadékfelszín alá, csak érintsük az edény falához a végét. A pipettát tartsuk mindig függőlegesen, és az edényt döntsük meg hozzá.
- Óvatosan engedjük le a meniszkuszt a felső jelig, és pontosan állítsuk be. Vegyük ki a pipettát az edényből és tegyük át abba az edénybe, amelyikbe be akarunk mérni. Érintsük az edény oldalához a pipetta hegyét, majd lazítsuk meg a mutatóujjunkat, hogy a folyadék kezdjen kifolyni. A pipettát mindig tartsuk függőleges helyzetben tartjuk.
- Amikor a folyadékszint eléri a pipetta alsó, elszűkülő részét, lassítsuk a kifolyás sebességét.
- A folyadék leengedése során a pipetta hegye mindvégig csak az edény falát érintse, és ne érjen bele az oldatba. A pipettára kívül feltapadó folyadék is hibát okoz! Manapság sokféle automata pipetta van már forgalomban. Igaz, hogy megfelelő automata pipettával igen pontosan és gyorsan lehet dolgozni, de az esetleges hibát sokkal nehezebb, vagy egyáltalán nem lehetséges észrevenni.



A pipetta helyes használatának módja megtekinthető a következő YouTube csatornán: <https://www.youtube.com/watch?v=HC44xjs7dho>

A kis mennyiségű folyadékok pontos kimérésére vagy adagolására automata pipettát alkalmazunk.

Az automata pipetta használatakor tiszta, száraz pipetta-hegyet helyezünk fel, majd beállítjuk a kívánt térfogatértéket, ami legtöbbször a pipetta markolatának végén levő rögzíthető gomb kioldásával, majd elterelésével és legvégül a gomb ismételt rögzítésével történik.

Az eszközt az ügyesebb kezünkben marokra fogjuk, és a markolat tetején levő gombbal kinyomjuk a levegőt a gomb első ütközéséig, majd a folyadékba merítjük a pipetta-hegy végét, és a gombon levő hüvelykujjunk lassú emelésével teleszívjuk a pipettát. A gomb ismételt lassú, de teljes ütközésig történő megnyomásával engedjük ki a folyadékot, miközben hasonlóan, mint a többi pipetta esetében, a pipettahegy végét az edény falához érintjük.



Ábra 78 Automata pipetta (Automatická pipeta)



Megjegyzés: Az automata pipetta hegyében mindig marad némi folyadék, amit nem távolítunk el.

A többszöri, adott térfogatú folyadékkimérés adagolók segítségével történik. A kívánt térfogatot a folyadéktároló tartály tetején található térfogatjelző csúszka pozicionálásával állítjuk be. Ha az adagolófejet felhúzzuk, a megfelelő űrmértékű oldat az adagolótérbe kerül, ahonnan a fej lenyomásával, egy hajlított csövön keresztül, kifolyatható.



Ábra 79 Adagoló (Dávkovač)



Megjegyzés: Ügyeljünk az adagolófej lassú lenyomására, mert gyors pumpálás hatására a kiáramló vegyszer szétfröccsenhet és balesetet okozhat!

Praktikusság szempontjából osztott pipetta helyett bürettát is alkalmazhatunk, amennyiben ugyanabból a folyadékból sok, főként különböző térfogatú bemérést kell elvégeznünk. Valójában azonban a büretta fő felhasználási területe a pontos térfogat mérés, a titrálás művelete során.

A használaton kívüli büretta tárolása úgy történik, hogy a zsírmentesített csapdugó és a csapház közé egy vékony papírcsík van becsúsztatva. Így a csap dugója nem csúszik ki, de nem is szorul meg a házban. Használatba vételkor a csapot kivesszük, a papírcsíkot eltávolítjuk, majd a csap dugójára a furata alatt és felett is egy kevés csapzsírt kenünk. Az így előkészített bürettát az állványra bürettafogó segítségével rögzítjük úgy, hogy a fogó a bürettát annak alsó harmadában tartsa. Az állványra a bürettát olyan magasra szereljük, hogy a büretta csapja alá helyezett titrálólombikkal kényelmesen tudjunk manipulálni, és hogy ne akadjon el a bürettacsap hegyében. A büretta csapját a kevésbé ügyes kezünkkel (jobbkezeseknél a bal kéz, balkezeseknél a jobb) kezeljük.





Megjegyzés: A titrálás művelete során a titrálólombik alá célszerű egy fehér csempét helyezni (titráló csempe), de legalábbis egy darab fehér szűrőpapírt, ezzel biztosíthatjuk az indikátor színváltozásának jobb megfigyelését. A büretta mellett tartsunk egy főzőpoharat, amibe kiengedhetjük a maradék mérőoldatot, illetve a bürettát átmosó oldatot.

Használat előtt a bürettát öblítsük át a mérőoldattal, ami a következő módon történik.

Ha buborékmentesen feltöltődött a büretta alsó része, a csapot elzárjuk, majd töltjük fel nagyjából félig a bürettát. Forgassuk el a csapot jobbra-balra, miközben a mosófolyadékot a hulladékos főzőpohárba engedjük. Ha kevés zsír került volna a csap nyílásába, akkor ez ilyenkor általában lecsúszik a büretta hegyéhez és dugulást okoz. A zsírdugót egy vékony drótdarabkával távolítsuk el, de ne szedjük szét a bürettát, mert akkor az egész mosási, zsírtalanítási stb. műveletet kezdhettek előlről. Átöblítés után töltjük fel a bürettát a felső jel ($0,00 \text{ cm}^3$) fölé 1–2 cm-rel, majd állítsuk be a meniszkuszt pontosan $0,00 \text{ cm}^3$ -re. A büretta nullpontra állításánál a bürettacsap hegyét érintsük a gyűjtőedény falához, és ne engedjük, hogy csepp képződjön. Ez a csepp ugyanis belecseppen a titrálás során a mérendő oldatba, holott ez nem számít bele a mért térfogatba.

Az így beállított rendszer készen áll a titrálásra és kezdődhet a titrálás:

A mérőoldatot a titrálólombikba kis adagokban engedjük, miközben folyamatos rázással kevergetjük a titrálólombik tartalmát, és figyeljük a színváltozást. Az első titrálás tájékoztató jellegű, és azt a célt szolgálja, hogy közelítőleg megállapítsuk a „fogyás” értékét. Az átcsapási pontban (ha az indikátor színe megváltozott) az adagolást befejezzük. A buretta állásából leolvassuk a fogyás közelítő értékét. Ezt követően a burettát ismét feltöltjük nullára, majd bemérünk egy újabb mintát.

	<p><i>Megjegyzés: A burettát (és az osztott pipettát is!) úgy kalibrálják, hogy a megfelelő térfogat az adott pontossággal mindig 0,00 cm³-től (jeltől) értendő.</i></p>
	<p><i>A buretta helyes használatának módja megtekinthető a következő YouTube csatornán: https://www.youtube.com/watch?v=9DkB82xLvNE</i></p>

Összefoglaló

A térfogat származtatott fizikai mennyiség.

Jele: V

Mértékegység: m³ (köbméter).

A laboratóriumi gyakorlatban a köbméter törtrészeit (dm³, cm³, esetleg mm³) használjuk.

A laboratóriumban használatos térfogatmérő eszközök szolgálhatnak:

- betöltésre – a mérőlombik,
- kitöltésre – pl. mérőhenger, pipetta, buretta.

Kitöltésre kalibrált térfogatmérő eszközök a pipetták, amelyeknek két típusát különböztetjük meg:

- hasas (teli) pipetták,
- osztott pipetták.

A kis mennyiségű folyadékok pontos kimérésére vagy adagolására automata pipettát alkalmazunk.

A buretta a titrálás műveletének eszköze. Fő felhasználási területe a pontos térfogat mérés, de osztott pipetta helyett is alkalmazható, ha ugyanabból a folyadékból sok, főként különböző térfogatú bemérést kell ismételtelen végezni.



Kérdések és feladatok

1. Soroljon fel legalább 3 térfogatmérésre szolgáló laboratóriumi eszközt!
2. Mivel indokolná a következő állítás igazát? „A legpontosabb térfogatmérő eszközök is pontatlanabbak, mint a pontos mérlegek.”
3. A térfogatmérő eszközök milyen két alaptípusát különböztetjük meg?

4. Rendelje a térfogatmérő eszköz betűjelét a megfelelő csoporthoz!

- | | |
|---------------|------------------------------|
| A. mérőhenger | Betöltésre kalibrált eszköz: |
| B. mérőlombik | Kitöltésre kalibrált eszköz: |
| C. buretta | Egyik sem: |
| D. pipetta | |
| E. főzőpohár | |

5. Melyik a legkevesbé pontos, nem analitikai igényű térfogatmérő eszköz?

6. Mi a különbség a hasas (vagy teli) pipetták, ill. az osztott pipetták között?

7. Írja le a helyes pipettázás technikáját röviden, pontokban!

2.1.4 Sűrűségmérés (Meranie hustoty)

A sűrűség származtatott fizikai mennyiség, amely kifejezi az egységnyi térfogatú test tömegét. Jele a görög ρ (ró), mértékegysége kg/m^3 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). További mértékegységei a g/cm^3 , g/dm^3 , kg/dm^3 ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$) stb.

A testek tömege független a hőmérséklettől és a nyomástól, viszont a térfogatuk változik e két állapotjellemző változásával. Ennek következtében a sűrűség is függ a hőmérséklettől és a nyomástól. A meghatározott nyomáson és hőmérsékleten megadott sűrűség az egyik legfontosabb anyagi állandó.

Táblázat 3 A víz sűrűsége hőmérséklet és nyomás függvényében

$t, [^{\circ}\text{C}] / p_{\text{abs}} [\text{bar}]$	1	10	70
0	999,8	1000,3	1003,3
4	1000,0	1000,4	1004,3
10	999,7	1000,1	1003,0
20	998,2	998,6	1001,3
40	992,2	992,6	995,2

Szilárd és cseppfolyós anyagok esetén a nyomás hatása elhanyagolható a sűrűség megadásánál. Rendszerint adott, legtöbbször atmoszferikus nyomásnál vett sűrűségértékekkel dolgozunk. A hőmérséklet megadása a sűrűségértéknél viszont elengedhetetlen.

Oldatok esetében a sűrűség függ az oldat összetételétől is. Az oldatok sűrűségének ismeretében a koncentrációja megfelelő táblázatokból kikereshető.

Táblázat 4 A nátrium-klorid-oldat sűrűsége az oldat töménységének függvényében ($t=20^{\circ}\text{C}$)

1,0053	1	1,0782	11
1,0125	2	1,0857	12
1,0196	3	1,0933	13
1,0268	4	1,1008	14
1,0340	5	1,1085	15
1,0413	6	1,1162	16
1,0486	7	1,1241	17
1,0559	8	1,1319	18
1,0633	9	1,1398	19
1,0707	10	1,1478	20

A sűrűség meghatározása a vizsgált anyag halmazállapota szerint több módszerrel is megvalósítható:

- Szabályos alakú szilárd testek sűrűségét tömegük megméréssel és térfogatuk kiszámításával kaphatjuk meg.
- Szabálytalan szilárd testek sűrűségének meghatározásánál használhatjuk a lebegtetési, a piknométeres és a hidrosztatikai módszert.
- Folyadékok sűrűségének meghatározása történhet areométerrel, Mohr–Westphal-féle mérleggel és piknométerrel.
- Gázok sűrűségét gáz-areométerrel mérhetjük meg, vagy az állapotváltozók és az állapotfüggvény ismeretében számolhatjuk ki.

A mindennapi gyakorlatban általában folyadékok gyors és viszonylag pontos sűrűségmérésére van szükség. Ennek a célnak leginkább az *areométer* felel meg. A mérés az Arkhimédész-törvényen alapul.

Az areométert behelyezzük a mérendő ismeretlen sűrűségű folyadékba, és hagyjuk, hogy az eszköz ússzon. Ha a test tömegének súlyereje megegyezik a test folyadékba merülő részére ható felhajtóerővel, akkor a test úszik a folyadékban. A felhajtó erő arányos a folyadék sűrűségével. Nagyobb sűrűségű folyadéknál kisebb a merülési mélység, míg a kisebb sűrűségű folyadékoknál nagyobb merülési mélység szükséges ahhoz, hogy az adott test ússzon.

Mint ahogy azt már említettük, az oldatok sűrűsége függ az oldat töménységétől. Ezért a töményebb oldatok közelítő koncentrációjának meghatározása közvetett módon, az oldat sűrűségének meghatározásával is történhet. Ezt használjuk ki a gyakorlatban pl. a must cukorfokának, szeszesitalok alkoholtartalmának, az ólomakkumulátor savkoncentrációjának stb. meghatározásánál, ahol az adott mérésre alkalmas areométert alkalmazunk, amely skáláján nem a sűrűség van feltüntetve, hanem a megfelelő koncentráció.

A sűrűség meghatározásának klasszikus, legpontosabb módszere a piknométeres mérés, ahol tömegmérésre vezetjük vissza a származtatott fizikai mennyiség mérőszámának meghatározását. A mérés elve az, hogy egy ismert sűrűségű folyadékkal (ami a leggyakrabban desztillált víz) megtöltve a piknométert, és lemérve a tömegét, pontosan meghatározzuk a piknométer térfogatát. Majd az ismeretlen sűrűségű folyadékkal megtöltve is lemérjük a piknométer tömegét, és az adatok ismeretében számoljuk ki az ismeretlen anyag sűrűségét.

A piknométerrel közvetett módon szilárd anyagok sűrűségének meghatározására is alkalmas. Ekkor a szilárd anyag tömegét mérjük meg, majd a térfogatát az általa kiszorított folyadék térfogatának meghatározásával állapítjuk meg. Természetesen a méréshez csak olyan folyadék használható, amelyben a vizsgált szilárd anyag nem oldódik.

Összefoglaló

A sűrűség - származtatott fizikai mennyiség.

Jele: a görög ρ (ró).

Mértékegysége: kg/m^3

A meghatározott nyomáson és hőmérsékleten megadott sűrűség az egyik legfontosabb anyagi állandó.

A különböző halmazállapotú anyag sűrűségének meghatározása több módszerrel történhet:

- Szilárd halmazállapotú anyagok esetében:
 - A szabályos alakú szilárd testek sűrűségét a tömegük megméréssel és a térfogatuk kiszámításával határozhatjuk meg.
 - A szabálytalan szilárd testek sűrűségének meghatározásánál a lebegtetési, a piknométeres és a hidrosztatikai módszert alkalmazzák.
- A folyadékok sűrűségének meghatározása történhet areométerrel, Mohr–Westphal-féle mérleggel és piknométerrel.
- A gázok sűrűsége gáz-areométerrel határozható meg, vagy az állapotváltozók és az állapotfüggvény ismeretében számolható ki.



Kérdések és feladatok

1. Nevezzen meg legalább 2 sűrűségmérésre használt laboratóriumi eszközt!

2. Váltsa át az adott sűrűségegységre!

$3,18 \cdot 10^1 \text{ g/cm}^3$	g/dm^3
$9,67 \cdot 10^{-1} \text{ g/cm}^3$	kg/dm^3
$2,47 \cdot 10^3 \text{ kg/dm}^3$	g/dm^3
$2,00 \cdot 10^{-2} \text{ g/dm}^3$	g/cm^3

3. Számítsa ki az egyenes kúp alakú szilárd test sűrűségét $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ -ben, ha adott az alap átmérője $d=15 \text{ mm}$, magassága $0,050 \text{ m}$ és tömege 122 dkg !

4. Adjon javaslatot arra az esetre, hogy milyen laboratóriumi eljárással határozná meg a nem szabályos alakú szilárd test térfogatát, ha nem áll rendelkezésére piknométer!

5. Írja le, hogy hogyan készítené 100 ml $1,0707 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű NaCl -oldatot!

2.2 Alapműveletek (Základné laboratórne operácie)

2.2.1 A laboratóriumi műveletek vegyszeres hátterének jellemzése

A víz

A kémiai laboratóriumi gyakorlatban mindennapos az olyan műveletek végzése, melyek folytán vizet használunk. Ilyen a vizes oldatok készítése, hígítása és a használt eszközök tisztítása. Ezeket a műveleteket csakis erre a célra készített megfelelően tisztított vízzel lehet elvégezni. Kémiai laboratóriumi gyakorlatra több módon elkészített vizet használhatunk. Ilyen lehet:

- a desztillált víz (minőségét vezetőképességével határozzuk meg, amely 10 - 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$),
- a bidesztillált víz (amelyet kétszer desztillálnak, vezetőképessége 1 - 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$),
- a demineralizált víz (ioncserélt víz), melynek különböző tisztasági fokozatai lehetségesek a berendezésben lévő ioncserélő gyanta mennyiségétől függően: 0,1 - 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Értelemszerűen, minél kisebb az elkészített víz vezetőképessége, annál tisztább vízzel állunk szemben. Alapvető kémiai laboratóriumi gyakorlatban tökéletesen megfelel a desztillált víz, de speciális laboratóriumi műveletek esetében a lehető legtisztább demineralizált vizet használunk.

A vegyszerekről és a tisztaságukról általában

A kémiai laboratóriumokban általában vegszerekkel dolgozunk, amelyek tisztasága alapvető fontosságú a munkák sikeres végzésében. A laboratóriumokban használatos vegyszerek tisztaság szerinti besorolását az STN 650102 szabvány szabályozza. Az egyes csoportokba való besorolásukra (kivéve az oldat formájában szállított vegyi anyagokat) a következő elvek érvényesek:

- Tiszta vegyszerek (čisté chemikálie; latin megjelölés *purum*), zöld színjelölés: az alapanyag tartalma min. 98 %, a fizikai tulajdonságok (olvadáspont, forráspont, sűrűség és törésmutató) alig térnek el az szakirodalmi adatoktól, az egyedi szennyeződések (amelyek befolyásolhatják a rendeltetésszerű felhasználást) század százalékos arányban vannak jelen, az anyag nem tartalmazhat mechanikai szennyeződések.
- Analitikailag tiszta vegyszerek (chemikálie čisté pre analýzu, latin megjelölés *pro analyzi*, röviden *p.a.*), kék színjelölés: az alapanyag tartalma általában 99,0 - 99,8% között van, a fizikai tulajdonságok megfelelnek a szakirodalmi adatoknak, az egyedi szennyeződések csak ezred százalékban vannak jelen, az anyag nem tartalmazhat mechanikai szennyeződések.
- Vegytiszta vegyszerek (chemicky čisté chemikálie), piros színjelölés: az alapanyag-tartalom meghaladja a 99,8 %-ot, az egyes szennyeződések tartalma 10^{-3} - 10^{-5} %.
- Különösen tiszta vegyszerek: a 99,9 %-nál magasabb alapanyag-tartalom és a szennyeződések, különösen azoké, amelyek a rendeltetésszerű felhasználást befolyásolhatják, 10^{-5} - 10^{-7} % között mozog.

Ezeket a tisztasági fokra vonatkozó alapvető jelzéseket szükség esetén kiegészítik specifikus információkkal, pl. „szintézisre” vagy „biokémiai célokra”.

A vegyszerek sajátos csoportját képezik a gyógyszeripari alapanyagok, amelyek minőségi besorolása a hatályos Gyógyszerkönyv alapján történik.

Az érvényben lévő előírások szerint a vegyszerek tisztaságát a gyártó vagy a csomagoló cég köteles pontosan megadni, amit általában a katalógusában, illetve a vegyszeres edényén ad meg.



VIGYÁZAT! A technikai vegyszerek (technické chemikálie) a laboratóriumi gyakorlatban nem használjuk! Csak 90%-os tisztaságot érnek el, az iparban használatosak!

2.2.2 Keverés (Miešanie)

A laboratóriumban a keverés elsősorban manuálisan, üvegbot segítségével történik. Az automatizált keverés történhet mágneses vagy felsőpálcás keverőkkel.

A mágneses keverés a mágneses keverőmotor és keverőbot („keverőbaba”) egységes működésével valósul meg. A mágneses keverőmotor általában az elektromos melegítő fűtőlapjába van beépítve. A keverőbot a lombikba/főzőpohárba helyezett mágneses keverőbotból áll. Ajánlatos a lombikot állványhoz rögzíteni úgy, hogy a keverés középpontja fölé igazítsuk, ugyanis az elszabaduló keverőbot kiütheti a lombik falát. A művelet végeztével ügyeljünk arra, hogy a keverőbotot a reakciótérből távolítsuk el (nehogy véletlenül a lefolyóba öntsük), majd mossuk le és szárazra törölve tároljuk.



Ábra 80 Mágneses keverő
 (Magnetické miešadlo)



Ábra 81 Felsőpálcás keverő
 (Mixér resp. homogenizér)

2.2.3 Hőátadás – melegítés és hűtés (Prevod tepla - zohrievanie a chladenie)

Különböző hőmérsékletű testek érintkezésével hőátadás következik be. E folyamat során a hőenergia a magasabb hőmérsékletű testről az alacsonyabb hőmérsékletű test felé áramlik. A laboratóriumban a hőenergia áramlását tudatosan is végrehajthatjuk. Melegítés során a testtel hőt közlünk, hűtés során a testtől hőenergiát vonunk el.

Melegítés (Zohrievanie)

A melegítés laboratóriumban kétféle módon történhet: közvetlen vagy közvetett módon.

Közvetlen melegítés (Priame zohrievanie)

Közvetlen melegítéskor a hőforrás a melegítendő anyaggal közvetlenül érintkezik, aminek az az előnye, hogy a felmelegedés gyors, és magas hőmérséklet érhető el. Hátránya ellenben, hogy a hőátvitel nem történik egyenletesen, így a hőingadozás következtében helyi túlmelegedések alakulhatnak ki, ami az üvegszközök törését okozhatja, és ezzel laboratóriumi balesetek forrásai lehetnek.



VIGYÁZAT! A könnyen odakozmálódó, bomlékony, illetve gyúlékony anyagok közvetlen fűtéssel történő melegítése tilos!

Közvetlen melegítésre alkalmas laboratóriumi eszközök például a gázégő (Bunsen-égő és Teclu-égő), az elektromos főzőlap (rezsó), vagy a merülőforraló, de akár az infralámpa is.



Ábra 82 Infralámpa (Infralampa)



Ábra 83 Elektromos főzőlap (Elektrická platnička)

A közvetlen melegítés művelete a laboratóriumban sok esetben még mindig gázégőkkel valósul meg. A laboratóriumi gázégők klasszikus típusa a Bunsen-égő.

Konstrukcióját tekintve a Bunsen-égőn a levegő beáramlását egy körgyűrű által lehet szabályozni, ami befolyásolja az égő csővébe jutó gáz égésének a minőségét. Ha a körgyűrű zárt állásban van, akkor az égéshez nem biztosított megfelelő oxigén. Ekkor sárgás, kormozó lánggal ég az égő, ugyanis apró szénrészecskék keletkeznek. Ezt a lángot melegítésre nem használjuk, mert összekormozná a melegítendő eszközt.

A körgyűrű segítségével fokozatosan megnyitjuk a levegő útját, amivel elérhető, hogy a láng már éppen ne legyen sárga. Ilyenkor az áramló gáz és a levegő nem ad hangot, a láng színe alig észrevehetően halványkék. Ez a kíméletes melegítésre használt „**lágyláng**”. Ebben az állapotban már megfigyelhető a láng szerkezete, amelynek belső, erősebb kék színnel világító rész a **mag**, míg a halványabb a **köpeny**. A mag belsejében nincs égés. A mag szélében a szénhidrogén-tartalmú gáz szén-dioxid mellett szén-monoxiddá és vízzé ég el. A képződő szénmonoxid redukáló hatása miatt a lángnak ezt a részét „**redukáló láng**”-nak is nevezik. Ebben a részben a láng hőmérséklete mindössze 300 °C körüli. A mag hőmérséklete ennél sokkal magasabb, és fokozatosan növekszik a mag csúcsáig, ahol akár 1600 °C körüli értéket is elér.



Megjegyzés: Elméletileg ez a Bunsen-égővel elérhető legmagasabb hőmérséklet, de tekintettel arra, hogy a láng környezetében erős a hűtőhatás, a valóságban elérhető legmagasabb hőmérséklet 800–900 °C között mozog.

Fölfelé haladva a gáz egyre több oxigénnel ég, lángjának hőmérséklete már nem emelkedik 1500 °C fölé. Az oxigéntöbblet miatt a köpeny részt „**oxidáló láng**”-nak is nevezik. A redukáló hatás a mag csúcsánál, az oxidáló hatás pedig a köpeny csúcsánál a legintenzívebb.

Az égő furatainak teljes átfedésével maximális levegőmennyiség keveredik a gázhoz, így érhető el a leghatékonyabb égés és a legmagasabb hőmérséklet a Bunsen-égővel. Ebben az állapotban az égő jellemző fúvó hangot ad ki, ezért az így működő égő lángját „**fúvóláng**”-nak is nevezik.



Megjegyzés: Fúvólángot közvetlen melegítésre csak ritkán, kisebb méretű edénynél használunk, de azt egy lágyabb lánggal történő „előmelegítés” kell, hogy megelőzze. Ugyanis a közvetlen fúvólánggal még a hőálló laboratóriumi edényeknél is bekövetkezhet repedés.

A Bunsen-égő meggyújtásának szabályos menete:

Az égő meggyújtása előtt elzárjuk az égő levegőző nyílását.

Megnyitjuk a gázcsapot, és a gázégő csövén kiáramló gázt meggyújtjuk, ami sárgás színű kormozó lánggal kezd égni.

A kékes, lágy láng, illetve a fúvóláng beállításához a levegőző nyílást megnyitjuk a körgyűrű kívánt mértékű elforgatásával.

Amennyiben a gázégővel történő melegítés műveletét befejeztük, a gázcsap elzárásával megszüntetjük a gáz áramlását, és vele együtt az égést is.



VIGYÁZAT! A levegőző nyílást nem nyitjuk ki teljesen, mert előfordulhat, hogy az égő is begyullad, azaz a gáz a fúvókánál is lángolni kezd. Ilyenkor a gázcsapot azonnal zárjuk el, majd hagyjuk kihűlni az égőt. Csak kihűlt gázégő esetén gyújtjuk meg újból a gázt.

Anyagok melegítése gázégőn

Az (akár szilárd, akár cseppfolyós) anyagok melegítése gázégőn szintén történhet közvetlen vagy közvetett módon.

Kis mennyiségű folyadékok vagy szilárd anyagok lángban történő közvetlen melegítésére leggyakrabban kémcsövet használunk. Amennyiben folyadékot melegítünk kémcsőben, a folyadék térfogata legfeljebb a kémcső térfogatának egyharmada legyen. Szilárd anyagok melegítésénél fontos, hogy száraz kémcsövet használjunk e célra.

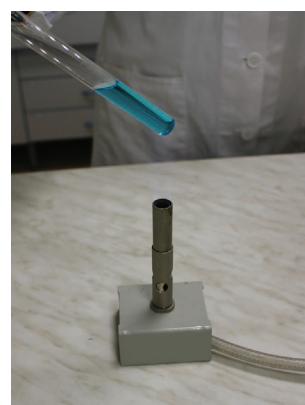
A kémcsövet kémcsőfogóba fogjuk be. A kémcsövet nyílt lángon melegíthetjük, ferdén tartva a gázégő lángjának a felső harmadába helyezve, miközben a kémcső állandó mozgásával rázogattjuk, ezzel biztosítva az egyenletesebb hőeloszlást, valamint folyadékok esetében elkerülhetjük a lökdösődő, rejtett forrás (utajeny var) kialakulását.

A szilárd anyagok közvetett módon történő hevítése megvalósítható porcelántégelyben is. Ilyenkor az izzító téglét a vasháromlábba helyezett porcelán háromszögre tesszük, és nyílt, lassú lángon melegítjük.

Nagyobb mennyiségű anyagok (főként folyadékok) gázégővel történő melegítéséhez indokolt a nagyobb űrmértékű, hevíthető laboratóriumi üveg vagy porceláneszközök használata, mint például a főzőpohár vagy az Erlenmeyer-lombik. Ebben az esetben már a folyadékot közvetve, kerámia dróthálón vagy kerámiaponton keresztül melegítjük. Az egyenletes forrás biztosítására néhány horzskövet (varné kamienka) használunk. A melegített edényt a melegítés kezdete előtt *kívülről szárazra töröljük*, máskülönben könnyen elrepedhet.



A



B

Ábra 84 A kémcső és tartalmának helyes (A) és helytelen (B) melegítése közvetlen lángban

Közvetett melegítés (Nepriame zohrievanie)



Ábra 85 Vízfürdő
(Vodný kúpel')



Ábra 86 Elektromos
vízfürdő I.
(Vodný kúpel' elektrický)

Közvetett melegítéskor a hőforrás és a melegítendő test között valamilyen hőközvetítő anyag van. A hőforrás valójában a hőközvetítő anyaggal érintkezik, és azt melegíti, majd a hőközvetítő továbbítja az átvett hőt. A melegítendő edényt körülvevő hőközvetítő médiumot fürdőnek nevezzük. A felhasznált közvetítő anyag szerint ismerünk lég-, gőz-, víz-, olaj-, só-, fém- és homokfürdőket.

A hőközvetítő fürdők előnye, hogy egyenletes hőközlést képesek biztosítani. A hőközvetítő médium helyes megválasztásával a melegedés mértéke szabályozhatóvá válik.

Hőközvetítő fürdőkkel a közvetlen fűtés hátrányai elkerülhetők, így például segítségükkel gyúlékony és bomlékony anyagok is melegíthetők, viszont a felmelegítés lassúbb, és a közvetlen fűtéshez képest csak alacsonyabb hőmérsékletek érhetőek el.

Fontos elektromos fűtésű laboratóriumi eszközök a szárítószekrények, amelyek elsősorban nedves anyagok szárítására alkalmasak, de beállított hőmérsékleten történő melegítésre is használhatók.

További laboratóriumi elektromos fűtőkészülékek a különböző kemencék (izzító- vagy tokoskemencék, hamvasztókemencék, csőkemencék), amelyek 1000 °C feletti hőmérsékletekig is felfűthetők.

A hőátadás műveletének fontos szempontja a felhevített laboratóriumi eszközökkel történő bánásmód. Amennyiben a melegítésre használt edény hőmérséklete nem engedi meg, hogy kézzel megfogjuk, a művelethez lombikfogót vagy csipeszt használunk. A felhevült edényeket a szárítóból hőálló textil vagy szilikon kesztyű (látkové chňapky) segítségével szedjük ki.

Elektromos kemencékben izzított edények kiemelésénél teflonbevonatú kesztyűt használunk.



Ábra 87 Elektromos
vízfürdő II.
(Vodný kúpel' elektrický)



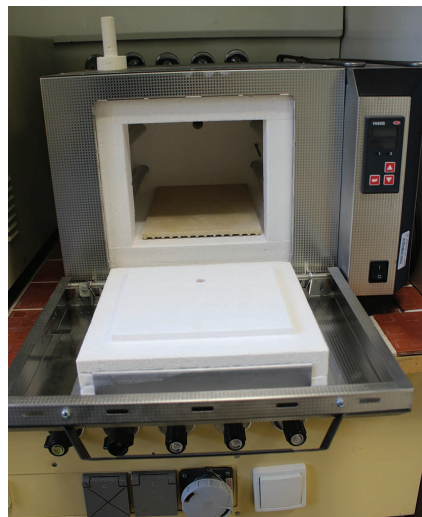
Ábra 88 Elektromos homokfürdő
(Pieskový kúpel' elektrický)



Ábra 89 Elektromos melegítőfészek
(Laboratórne hniezdo)



Ábra 91 Elektromos szárítószekrény (Elektrická sušiareň)



Ábra 90 Izzító- vagy tokoskemence (Mufflová pec)

Hűtés (Chladienie)

A hűtés a melegítéssel ellentétes művelet, amely éppolyan fontos és gyakori a laboratóriumi munka során, mint a melegítés. A melegítéshez hasonlóan megkülönböztetünk közvetlen és közvetett hűtést.

Közvetlen hűtésről akkor beszélünk, amikor a hűtendő anyagba közvetlenül tesszük a hűtőanyagot. Az eljárás hátránya, hogy a hűtőmedium hígíthatja vagy szennyezheti a hűtendő anyagot, így ez a hűtési módszer nem minden esetben alkalmazható. Előnye viszont, hogy a hőátadás egyértelműen hatékonyabb, így a hűtendő anyag gyorsabban lehűlik.

Hűtőmedium lehet például a szilárd szén-dioxid, azaz a szárazjég (suchý ľad). Hátránya, hogy kis mértékben vízben oldódik, így befolyásolja az adott vizes közeg pH-ját (csökkenti a pH értéket). Ugyanakkor a szárazjég előnye, hogy felmelegedéskor szublimál, így a keletkezett gázhalmazállapotú termék a hűtendő térből távozik, és a hűtendő anyagot nem szennyezi.

A laboratóriumban alapvetően a közvetett módon történő hűtést alkalmazzuk a leggyakrabban, amikor a hűtőközeg közvetve, például egy falon keresztül kerül érintkezésbe a hűtendő anyaggal. Az eljárás határozott előnye abban áll, hogy a hűtés folyamatos, és a hűtőanyaggal nem szennyezzük a hűtendő anyagot. Hátránya a közvetlen hűtéssel szemben viszont az, hogy a hűtés sokkal lassúbb, és a hőátadás is kevésbé hatékonyan történik.

A laboratóriumban leggyakrabban alkalmazott közvetett hűtési módszer a léghűtéses és a vízhűtéses eljárás.

A léghűtés a közvetett hűtési módszer legegyszerűbb formája, ami a terem levegőjét használja hűtőmediumként. A folyadékok léghűtéses hűtése meggyorsítható, ha a folyadékot kevergetjük.

A laboratóriumban a léghűtés mellett gyakran használunk hideg vízzel való hűtést, ami történhet állóvízzel vagy áramló vízzel. Az állóvízes hűtés az egyszerűbb: egy edényt feltöltünk hideg vízzel, majd ebbe belemártjuk a hűtendő anyagot. Még hatékonyabb állóvízes hűtést érhetünk el, ha jeges vizet vagy egyenesen jeget használunk hűtőmediumként. Jégűtés esetén viszont a hűtés hatékonysága alacsonyabb, ugyanis azzal, hogy a jég kevés helyen érintkezik az edény falával, rosszabb a hőátadás. Mindig jó, ha van egy kis víz is a jéggel keverve. Alacsonyabb hőmérsékletek eléréséhez a jégkásához vízben jól oldódó szervesetlen sókat keverünk.

Táblázat 5 Hűtőkeverékek összetétele és az általuk elérhető legalacsonyabb hőmérséklet

Hűtőkeverék	Összetétel [tömegarány]	Elérhető min. hőmérséklet [°C]
KNO ₃ -jég	11:89	-2,9
NH ₄ Cl-jég	19:81	-15,8
NH ₄ NO ₃ -jég	41:59	-17,4
NaCl-jég	22:78	-21,2
CaCl ₂ ·6H ₂ O-jég	25:75	-54,9

Az áramló vízzel való hűtést laboratóriumi hűtőkkel (Liebig-hűtő, golyós hűtő, spirálhűtő) valósíthatunk meg.

A lehűtött anyagok alacsony hőmérsékleten való laboratóriumi tárolására alkalmasak a háztartási vagy ipari hűtőszekrények és mélyhűtőszekrények is. A hűtőszekrények belső terének hőmérséklete +5 °C körül szokott lenni; ennél alacsonyabb hőmérsékletet mélyhűtőszekrényekben tudunk elérni, amelyek akár -80 °C-ot is képesek biztosítani.

Összefoglaló

A hőátadás kapcsán (a hőenergia áramlásának irányát tekintve) beszélhetünk melegítésről vagy hűtésről.

A hőátadás során a hőenergia a magasabb hőmérsékletű testről az alacsonyabb hőmérsékletű test felé áramlik.

Melegítés során a testtel hőt közlünk, hűtés során a testtől hőenergiát vonunk el.

A melegítés a laboratóriumban kétféle módon történhet: közvetlen vagy közvetett módon.

- Közvetlen melegítésre alkalmas laboratóriumi eszközök például a gázégő, a borszező, az elektromos főzőlap (rezsó), a merülőforraló, az infralámpa stb.
- Közvetett melegítésre alkalmas laboratóriumi eszközök például az elektromos melegítőfűszek, lég-, gőz-, víz-, olaj-, só-, fém- és homokfürdő.

A laboratóriumi gázégők egyike a Bunsen-égő. Előnye, hogy lángjának erőssége és az égő gázoszlop égéstermékének a minősége szabályozható. Ez alapján a gázégő lángja lehet:

- lágy láng,
- redukáló láng,
- oxidáló láng,
- fúvóláng.

A hűtés a laboratóriumban kétféle módon történhet: közvetlen vagy közvetett módon.

- Közvetlen hűtés esetén a hűtendő anyagba közvetlenül beletesszük a hűtőanyagot.
- Közvetett hűtésnél a hűtendő anyag közvetlenül nem érintkezik a hűtőmédiummal.



Kérdések és feladatok

1. Mi a különbség a közvetett és a közvetlen módon történő melegítés között? Mondjon példát közvetett melegítésre!
2. Írja le a gázégő meggyújtásának a lépéseit!
3. Milyen jelenséget tapasztal, ha a gázégő környezője zárt állásban van?
4. Hogyan állíthatjuk be a gázégő lángját „láng lángra”? Milyen esetben alkalmazzuk a gázégő ilyen beállítását?
5. A gázégőn kívül milyen más laboratóriumi eszközzel melegíthetünk? Soroljon fel legalább három melegítésre használatos eszközt!
6. Miért használunk horzsakövet melegítéskor?

2.2.4 Szárítás (Sušenie)

Az anyagokat víztől, esetleg egyéb (szerves vagy szervetlen) oldószerektől történő mentesítésük céljából szárítjuk. Mivel a szervetlen kémiában a víz a leggyakoribb oldószer, a továbbiakban szárítás alatt a víz eltávolítását fogjuk érteni.

Szilárd anyagok esetében a víz lehet az anyag felületén fizikailag kötött (adszorbeált), esetleg lehet erősebben, kristályrácsban kötve, ilyenkor viszont az eltávolítása nehezebb.

Azok az anyagok, amelyek nem higroszkopikusak (nem nedvszívók), és a levegőn állandóak, a levegőn, szobahőmérsékleten szabadon száríthatók szűrőpapírra, óraüvegre helyezve. Mivel ez egy aránylag lassú folyamat, nagyobb nedvességtartalmú anyagok esetében levegőátaszívással Büchner-tölcséren vagy vízzel elegyedő illékony oldószer (alkohol, aceton) hozzáadásával felgyorsítható. Amennyiben a szárítandó anyag hőálló és kristályvizet nem tartalmaz, hatékonyabb szárítást érünk el szárítószekrényben, amit általában 105 °C-ra állítunk be, mivel ezen a hőmérsékleten a teljes nedvességtartalma eltávolítható, ugyanakkor az anyag még nem szenved károsodást



Megjegyzés: A szárítószekrénybe az anyagot porcelántálon helyezzük be; közvetlenül vagy szűrőpapíron betenni az anyagot nem szabad.

Hasonlóan hatékony, de sokkal kíméletesebb szárítást érhetünk el exsikkátorban, amelynek alsó terébe a szárítóanyagot helyezzük, az efölé helyezett lyukacsos porcelánlemezre tesszük az óraüvegre szárításra előkészített anyagot. Az exsikkátor fedelének csiszolatos részét kenjük be kenőzsírral, majd csúsztatva helyezzük az exsikkátor edényre.

A teljes száradást (tömegállandóság) eléréséig végezzük.

A leggyakoribb szárítószerek: nátrium-szulfát, magnézium-szulfát, magnézium-perklorát, kálium-karbonát, kalcium-klorid, kénsav, szilikagél, kálium-hidroxid.

Összefoglaló

A szárítás műveletének a célja a laboratóriumban az anyagoknak víztől és szerves oldószerektől való mentesítése.

Az anyag szárítása, az anyag fizikai és kémiai jellegét tekintve, történhet többféle módszerrel:

- szabadon, a szobahőmérsékletű levegőn;
- levegőátaszívással Büchner-tölcséren vagy vízzel elegyedő illékony oldószerrel (alkohol, aceton) történő atmoszával;
- exsikkátorban;
- szárítószekrényben.



Kérdések és feladatok

1. Milyen esetben alkalmazzuk a levegőátisztítással Büchner-tölcséren keresztül történő szárítási módszert?
2. Milyen anyagok szárítására alkalmazható a szárítószekrény, és milyen hőmérsékleten?
3. Milyen elven alapszik az exsikkátor működése?
4. Nevezzen meg legalább három vegyületet, ami szárítószerként használható!

2.3 Egyszerű elválasztási műveletek (Jednoduché oddeľovacie metódy)

Az elválasztás laboratóriumi művelete alatt egy heterogén keverék összetevőire történő szétválasztását értjük.

A heterogén keverék olyan anyagok keveréke, amelyek két vagy több, egymástól jól elhatárolódó „fázist” alkotnak. Diszperz rendszereknek is nevezzük, ahol egy elosztott diszperzióban lévő és egy folytonos fázis keveredik.

Táblázat 6 Szilárd-cseppfolyós-gáz diszperz rendszerek

Eloszlatott vagy diszpergált fázis	Folytonos, diszperz közeg		
	szilárd	cseppfolyós	gáznemű
Szilárd	porkeverék	szuszpenzió	füst- vagy portartalmú gáz
Cseppfolyós	pép, paszta, gél	emulzió	köd, permet
Gáznemű	hab, spongya	hab	-

Az ilyen rendszerek szétválasztására a laboratóriumban különböző hidrodinamikai és mechanikai módszereket alkalmazunk, amikor a heterogén keverék összetevőit egymástól eltérő fizikai illetve kémiai tulajdonságaik alapján választjuk el. A szilárd-cseppfolyós diszperz rendszerek szétválasztására alkalmazott elválasztási műveletek például az üleptetés, a szűrés és a centrifugálás stb. Az üleptetők a gravitációs erőt, a szűrők a nyomáskülönbséget, a centrifugák a centrifugális térerőt használják a szétválasztásra.

2.3.1 Szilárd-folyadékfázis elválasztása (Oddeľovanie tuhej zložky zmesi od kvapalnej fázy)

Szilárd fázis folyadékoktól való elválasztása történhet szűréssel, üleptéssel és az azt követő dekantálással vagy centrifugálással.

Üleptetés/dekantálás (usadzovanie/dekantácia)

Amennyiben a folyadékban diszpergált szilárd anyag sűrűsége a folyadékéhoz képest nagy, akkor egy idő elteltével a szilárd anyag részecskéi leülepednek, és a szilárd fázis feletti visszamaradó folyadékot leönthetjük. A dekantálás főként a könnyen ülepedő csapadék elválasztására használt laboratóriumi művelet. Ennek az elválasztási módszernek az a hátránya, hogy nem biztosítja a fázisok teljes szétválasztását. Ha tiszta anyagot szeretnénk kinyerni, akkor a folyadékfázist teljesen el kell távolítanunk a szilárd részecskék közül, amit további szűréssel vagy centrifugálással érhetünk el. Az üleptést a gyakorlatban úgy hajtjuk végre, hogy a leülepedett csapadékról a folyadékot óvatosan leöntjük, majd a tiszta mosófolyadékkal összerázzuk a csapadékot, ülepedni hagyjuk, majd ismét leöntjük. Az eljárást többször megismételve az edény alján tiszta csapadék marad vissza.

Szűrés (Filtrácia)

A szűréssel elválasztott fázisokat csapadéknak (szilárd fázis) és szűrletnek (folyékony fázis) nevezzük.

A szűrés történhet légköri nyomáson a gravitációs erőt kihasználva, vagy pedig csökkentett nyo-

más mellett, amikor a folyadék átfolyását a szűrendő keverék hidrosztatikai nyomása segíti elő. Ez utóbbi eljárást vákuumszűrésnek nevezzük. A két eljárás során alkalmazott berendezés is eltérő: gravitációs szűrés esetén sima, kúpos, üveg tölcsért, míg vákuumszűrésnél Büchnert-tölcsért használunk.

A szűréshez porózus szűrőanyagot használunk, melynek pórusain csak a folyadék részecskéi tudnak áthaladni, míg a szilárd részecskék fennmaradnak.

Szűrőpapír (Filtračný papier)

Szűrőként leggyakrabban szűrőpapírt használunk, amely kémiai ellenálló, és nem tartalmaz kioldható szennyeződések, amik szennyezhetnék az elválasztást. Viszont tömény savak és lúgok a cellulózt roncsolják, így ezek szűrésére nem alkalmas.

A szűrőpapír egy féligáteresztő, a folyadék vagy a gáz áramlásának útjába állított papíradakály, amely az aprószemcsés szilárd anyagok eltávolítására szolgál.

A szűrőpapírokat széles körben használják a laboratóriumi kísérletek során különböző szakterületeken a biológiától a kémiáig. A szűrőpapírt a különböző tulajdonságai szerint értékeljük, ezek közé tartozik pl. a nedves szilárdság, a pórusnagyság, a kompatibilitás, a hatékonyság és a kapacitás.

A szűrőpapír típusa függ az alkalmazott folyamat céljától, a leszűrendő csapadék finomságától illetve durvaságától, valamint a használt vegyszerektől. Ilyen alapon megkülönböztetünk:

kvalitatív szűrőpapírt – kvalitatív analitikai technikákban használják. A megjelölésük a szűrésre való alkalmasságuk szerint, gyártótól és forgalmazótól függően, lehet:

- számokban kifejezve pl. a pórusnagyságuk vagy a szűrési sebességük szerint,
- színekkel kifejezve, ami ugyancsak utal a pórusméretre és az ebből adódó szűrési sebességre.

Színekkel a következő megjelölésekkel találkozhatunk:

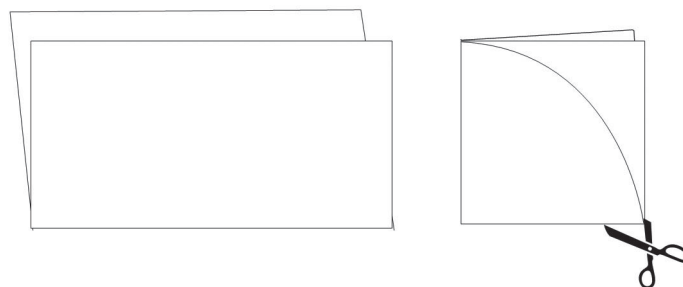


A lila a legkisebb pórusnagyságú, a fekete a legnagyobb pórusnagyságú szűrőpapír, és ezzel arányos a szűrési sebesség is.

A **kvantitatív szűrőpapírt** (más néven hamumentes szűrőpapírt) kvantitatív és gravimetriás elemzésre használják. A gyártás során a gyártók savat használnak, hogy a papír hamumentes legyen, így ne befolyásolja az analízis végeredményét.

A szűrőpapíron keresztül történő szűrés is történhet sima vagy redős szűrővel.

Klasszikusan a szűrőpapírt ívekben vagy papírkorongok formájában forgalmazzák. A szűrőpapír ívből úgy készítünk a tölcsérnek megfelelő szűrőt, hogy a tölcsér átmérőjénél kétszer nagyobb négyzetet a felezővonalak mentén négyrét hajtjuk, körkikk alakúra vágjuk, majd egyik lapját kihajlítjuk, és a kúp alakú tölcsérbe tesszük.



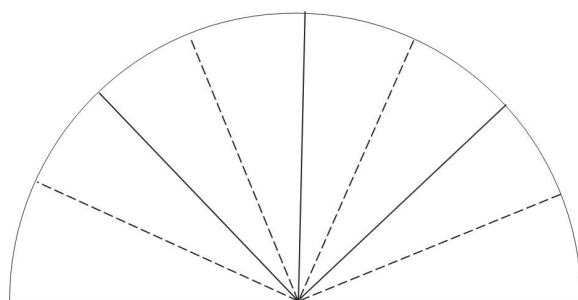
Ábra 92 Sima szűrő hajtogatása

A papír széle valamivel lejjebb legyen a tölcser szélénél. A szűrés megkezdése előtt a szűrőt az oldószerrel megnedvesítjük, és ujjunkkal odatapasztjuk a tölcser oldalához. Így nem marad levegő a papír és a tölcser fala között.



Megjegyzés: A sima szűrőt elsősorban akkor használjuk, amikor a szűrőn maradt szilárd anyagra van szükségünk, ugyanis a sima szűrőn az anyag még jól átmosható és a redők nem nehezítik, hogy a szilárd anyag könnyen eltávolítható legyen a felületéről.

A redős szűrő készítése a sima szűrőből úgy történik, hogy a szűrőpapír korongot kettéhajtjuk, majd harmonikaszerűen legyezőformába hajtogatjuk.



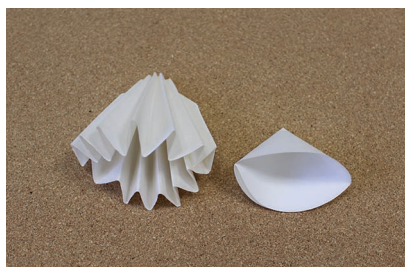
Ábra 93 Redős szűrő hajtogatása

A szűrésnél a tölcser szűrőállványra erősített szűrőkarikára tesszük.



Megjegyzés: Redős szűrőt akkor használjunk, amikor a szűrőre, azaz az oldalra van szükségünk.

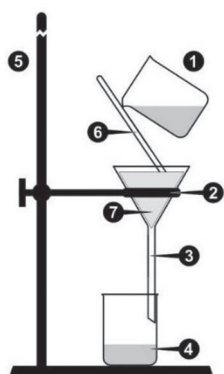
A szűrőpapír ív helyett kaphatók előre kivágott szűrőpapír korongok, amelyekből egyszerűen lehet kúp tölcser, illetve redős szűrőt hajtogatni, ugyanakkor előre hajtogatott redős szűrők is kaphatók.



Ábra 94 Sima és redős szűrő

Szűrés légköri nyomás mellett (Filtrácia pri atmosférickom tlaku)

A légköri nyomás mellett történő szűrés a szilárd fázis folyadék fázistól való elválasztásának a leg-egyszerűbb módja. Az egyszerű sima szűrős szűrőberendezés részei:



- ① a szuszpenziót tartalmazó főzőpohár (kadička so suspenziou)
- ② vas szűrőkarika (filtračný kruh)
- ③ üvegtölcsér (filtračný lievnik)
- ④ szűrlet (filtrát)
- ⑤ Bunsen-állvány (Bunsenov stojan)
- ⑥ üvegbot (sklená tyčinka)
- ⑦ sima szűrőpapír (jednoduchý filtračný papier)

Ábra 95 A sima szűrős szűrőberendezés felépítése és elemeinek megnevezése
 (A kép forrása: https://www.tatarko.eu/semester/prace/lab_6.pdf)



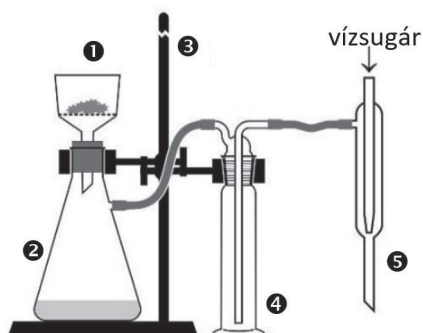
Megjegyzés:

Szűrés közben a következőkre kell odafigyelni:

- A szűrőpapír széle kb. 0,5 cm-rel lejjebb legyen, mint a tölcser pereme.
- A tölcser szára érjen a felfogó edény oldalához, mivel így az összefüggő folyadékoszlop szívó hatása gyorsítja a szűrést.
- A szűrendő folyadékot üvegbot segítségével öntsük a tölcserbe.
- A tölcserben mindig annyi folyadék legyen, hogy a szintje a szűrőpapír szélétől legalább 0,5 cm-rel alacsonyabban álljon.

Vákuumszűrés (Filtrácia pri zníženom tlaku)

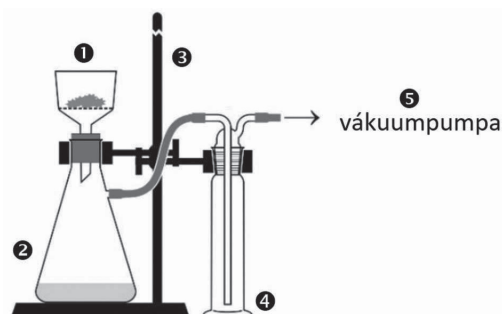
Ha nagyobb mennyiségű csapadékot vagy kristályos anyagot kívánunk folyadéktól elválasztani, akkor a szűrést úgy gyorsíthatjuk, hogy a tölcser alatti nyomást a levegő elszívásával csökkentjük. A laboratóriumi gyakorlatban ezt szívópalackra helyezett Büchner-tölcserrel és a szívópalack oldalcsöves kivezetéséhez csatlakoztatott vízszugárszivattyúval valósítjuk meg. A vízszugárszivattyú révén kialakult vákuum teszi lehetővé a szűrlet elszívását.



- ① Büchner-tölcser (Büchnerov lievnik)
- ② szívópalack (odsávacia banka)
- ③ Bunsen-állvány (stojan podľa Bunsena)
- ④ atmosó palack (premyvačka)
- ⑤ vízszugárszivattyú (vodná výveva)

Ábra 96 Elszívás vízszugárszivattyúval
 (A kép forrása: https://www.tatarko.eu/semester/prace/lab_6.pdf)

Az elszívás történhet vákuumpumpa segítségével is. Fontos azonban megjegyezni, hogy a két módon történő vákuum kialakítási mód (vízsugárszivattyú, illetve vákuumpumpa) esetében eltérő a szívópalack bekötésének módja.



- 1 Büchner-tölcsér (Büchnerov lievík)
- 2 szívópalack (odsávacia banka)
- 3 Bunsen-állvány (stojan)
- 4 atmosó palack (premyvačka)
- 5 vákuumpumpa (vákuová pumpa)

Ábra 97 Elszívás vákuumpumpával

A kép forrása: https://www.tatarko.eu/semester/prace/lab_6.pdf

A vákuumszűrésnél Büchner-tölcsérral dolgozunk, amelynek lyukacsos lapját egy sima szűrőpapírkoronggal fedjük be, amelynek az átmérője akkora, hogy az összes lyukat lefedje, de ne hajoljon fel a tölcsér belső falára.



Megjegyzés: Fontos odafigyelni a Büchner tölcsér méretének kiválasztására, ugyanis a szűrésnél akkor érhető el a legnagyobb hatékonyság, ha a szűrendő szilárd anyag a szűrőfelületet befedi. Másfelől viszont a túl vastag kristály- vagy csapadékréteg megnehezíti a elszívást.

A csökkentett nyomás melletti szűrés úgy történik, hogy a Büchner-tölcsérra helyezett szűrőpapírt az oldószerral benedvesítjük. Ezután beindítjuk a szívópalackhoz gumicsővel még nem csatlakoztatott vízsugárszivattyút vagy a vákuumpumpát. Miután a gumicső végén érezhető az elszívó hatás, akkor csatlakoztatjuk a szívópalack oldalnyílásához. A keletkező vákuum a Büchner-tölcsér perforált lapjára szívja a benedvesített szűrőkorongot. Ezt követően töltjük a tölcsérbe a szűrendő anyagot, és azt elszívjuk.

Az átmosáshoz használt mosófolyadékot (általában desztillált vizet vagy a szárítás meggyorsítása esetén alkoholt) több kis részletben adagoljuk, így hatékonyabb mosóhatás érünk el.

A vákuumszűrés befejezése úgy történik, hogy először lecsatlakoztatjuk a gumicsövet a szívópalack oldalnyílásáról, és azt követően kapcsoljuk ki a vákuumpumpát, esetleg szüntetjük meg a vízsugárszivattyú által keletkezett elszívó hatást. A szűrőt a csapadékkal a Büchner-tölcsérből spatulával vagy csipesszel átemeljük egy óraüvegre vagy porceláncsészére, attól függően, hogy a szilárd anyag szárítása milyen módon történik a következőkben.

Centrifugálás (Centrifugácia / odstredovanie)

A centrifugálás műveletét a laboratóriumban főleg akkor alkalmazzuk, ha kis mennyiségű anyagot szeretnénk izolálni, lehetőleg a legkisebb veszteséggel, vagy ha az elválasztandó szilárd anyag nem alkalmas a szűréssel való elválasztásra, pl. a szilárd anyag túl apró részecskéi eltömítik a szűrő pórusait.

Az elválasztás az elegyet alkotó komponensek eltérő sűrűségén alapszik, a művelet lényege pedig a centrifugális erőhatáson (odstredivá sila) alapszik, ami az ülepedő részecskékre erősebben hat a centrifugálás közben. A centrifugálás alkalmas szuszpenziók és folyadékelegyek (emulziók) elválasztására is.

A centrifugális erő arányos a forgódob középpontjától mért távolságtól és a fordulatszám négyzetétől.



Megjegyzés: A centrifugális erő a gravitációs erő többszöröse, ami az elválasztást nagymértékben gyorsítja.

A centrifugálás művelete centrifugákban történik, amelynek forgó részébe egyenes elrendezésben fémhengerek vannak kialakítva. Ezekbe a fémhengerekbe helyezük az elválasztandó mintát tartalmazó centrifugacsöveket.



Ábra 98 Centrifuga



Ábra 99 Üveg centrifugacsövek



Ábra 100 Műanyag centrifugacsövek

A centrifugacsövek vagy kémcsövek vastag falú üveg vagy műanyag eszközök.

Nagyon fontos arra ügyelni, hogy a centrifuga használat közben ki legyen egyensúlyozva, ezért a forgó részébe szimmetrikusan helyezzük el a centrifugacsöveket, és azt is ellenőrizzük, hogy a bennük levő szuszpenzió azonos tömegű legyen. Ügyeljünk arra, hogy a készülékünk stabil talpazaton álljon. A centrifugálás befejeztével a centrifugacsövekből a folyadékot dekantáljuk, majd a visszamaradt kisebb mennyiségű folyadékot szűrőpapírcsíkkal felszívjuk.

A fent jellemzett eljárás a preparatív elválasztási módszerek egyike. Ugyanakkor érdekességként megemlíthetjük, hogy léteznek ún. analitikai centrifugák, amelyeket a tudomány számos területén alkalmaznak, például makromolekulák és proteinek elejeinek jellemzésére. Az analitikai centrifuga lényege, hogy miközben szeparál, meghatározza a makromolekuláris elegy jellemző tulajdon-



Ábra 101 Beckman Coulter ProteomeLab XL-I analitikai centrifuga

ságait, mint pl. az egyes komponensek molekulatömegét, szedimentációs sebességét, de akár a molekula alakjáról és konformációs változásairól is információt kaphatunk.

Összefoglaló

A szilárd-folyadék diszperz rendszerek szétválasztására alkalmazott elválasztási műveletek:

- az üleptetés/dekantálás,
- a szűrés,
- a centrifugálás.

Az üleptítők a gravitációs erőt, a szűrők a nyomáskülönbséget, a centrifugák a centrifugális térerőt használják a szétválasztásra.

A szűrés történhet: légköri nyomás mellett és csökkentett nyomáson (vákuumszűrés).



Kérdések és feladatok

1. Írjon három elválasztási műveletet, amellyel szilárd-cseppfolyós diszperz rendszer komponenseit választja szét!
2. Mikor használ sima szűrőpapírt, és mikor redős szűrőpapírt?
3. Sorolja fel az egyszerű sima szűrős szűrőberendezéshez szükséges laboratóriumi eszközöket!
4. Miért szükséges, hogy a tölcser szára érjen a felfogó edény oldalához?
5. Milyen esetben alkalmazzuk a vákuumszűrést?
6. Milyen szerepet tölt be az szívópalack és a vákuumot létrehozó berendezés közé beiktatott atmosópalack?
7. Rajzolja le az atmosópalack szívópalackhoz történő csatlakoztatás módját vákuumpumpa, illetve vízsugárszivattyú alkalmazása esetén!
8. Milyen esetben alkalmazzuk a centrifugálást?
9. A centrifugálás befejeztével miként különítjük el a folyadék fázist a szilárd fázistól?

2.3.2 Kristályosítás (Kryštalizácia)

A kristályosítás során az oldatban feloldott szilárd anyagot, esetleg többkomponensű elegy esetén annak egy vagy több komponensét, kristályos formában nyerjük ki. Kristályokat nyerhetünk anyagok oldatából és olvadékából. Az anyag kristályosítása történhet preparatív (az adott kristályos anyag előállítás) céljából, vagy más anyagoktól való elválasztása, tisztítása céljából. Ez utóbbit esetben a műveletet átkristályosításnak nevezzük.

A kristályos anyagok nagy többségben stabilabbak (ellentétben az amorf anyagokkal), és határozott olvadáspontjuk miatt viszonylag könnyen azonosíthatók.

A kristályosításhoz túltelített oldatot készítünk, ugyanis a kristálykiválás csak az adott hőmérsékleten túltelített oldatból indulhat meg. A kristályosítás művelete történhet aszerint, hogy milyen módon jutunk túltelített oldathoz, mégpedig:

- hőmérséklet változtatásával, pl. a forrón telített oldat hűtése (kryštalizácia zmenou teploty),
- bepárlással (kryštalizácia izotermickým odparením rozpúšťadla),
- oldószer-kicseréléssel (kryštalizácia zmenou zloženia rozpúšťadla).

Ha az oldatban megjelennek a kristálygócok, ezek növekedése mindaddig folytatódik, amíg az oldat túltelített. A növekedés abban rejlik, hogy a túltelített oldatban még oldott állapotban levő részecskék a kristálygócokon kiválnak, a szennyezések pedig az oldatban maradnak, esetleg fel sem oldódnak.

A kristályok mérete a gócképződés és a kristálynövekedés sebességének függvénye. Gyors hűtéskor általában nagy a gócképződés sebessége, viszont nincs kellő idő a kristálynövekedésére, ilyenkor sok apró kristály keletkezik. Lassú hűtéskor a kristálynövekedés sebessége lesz a nagyobb, így néhány nagyobb méretű kristály képződik.



Megjegyzés: Az apró kristályok a nagy felület miatt idegen anyagokat adszorbeálhatnak, a nagy kristályok pedig zárványként tartalmazhatnak szennyezéseket.

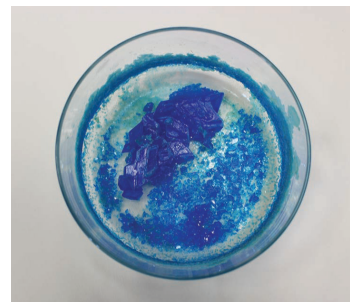
Ha az anyag kristályosodása nehezen indul meg (azaz nem képződnek kristálygócok), akkor mechanikai beavatkozásra van szükség (keverés, rázogató, vagy a kristályosító csésze belső falának üvegbottal történő kapargatása). Amennyiben ez sem bizonyul hatásosnak, oltókristályt használunk, vagyis az oldott anyag néhány apró kristályát dobjuk az oldatba. A kristályosodást szintén elősegítheti az oldat kezelése ultrahangos fürdőben.

A kristályosítás műveletének lépései:

- oldatkészítés,
- az oldat szűrése,
- bepárlás,
- kristályosítás, kristályok szűrése,
- a kristályok szárítása.

Az átkristályosítás egyik fontos feltétele az oldószer helyes kiválasztása. Az átkristályosításhoz alkalmazandó oldószer iránt támasztott feltételek a következők:

- eléggé illékonyak kell lennie,
- tiszta, szennyeződésektől (például víztől) mentes legyen,
- sokkal rosszabbul vagy sokkal jobban kell, hogy oldja a kísérő szennyeződéseket, mint magát a tisztítandó anyagot,
- jól kell, hogy oldja a tisztítandó anyagot magasabb hőmérsékleten, és csak kismértékben oldja alacsonyabb hőmérsékleten,
- ne lépjen reakcióba sem a tisztítandó anyaggal, sem a szennyeződéssel,
- forraláskor ne bomoljon el benne a tisztítandó anyag.



Ábra 102 Kristályosítás terméként különböző kristályméretű kristályos anyagok

Összefoglaló

A laboratóriumban a kristályosítás eljárásának célja lehet:

- preparatív (az adott kristályos anyag előállítás),
- a kristályosított anyag más anyagoktól való elválasztása,
- a kristályosított anyag szennyeződésektől való tisztítása (átkristályosítás).

A kristályosítás alapfeltétele – túltelített oldat készítése.

Az alapján, hogy milyen módon jutunk túltelített oldathoz, a kristályosítás művelete történhet:

- a hőmérséklet változtatásával (pl. a forrón telített oldat hűtése),
- bepárlással,
- oldószer-kicseréléssel.

A kristályosítás műveletének lépései:

oldatkészítés → az oldat szűrése → bepárlás → kristályosítás → kristályok szűrése → kristályok szárítása.



Kérdések és feladatok

1. Mi a lényege a kristályosítás műveletének?
2. Miből nyerhetők ki kristályos anyagok?
3. Mi alapján azonosíthatók be a kristályos anyagok?
4. Mi a célja az átkristályosításnak?
5. Milyen lépések révén végezzük a kristályosítás műveletét?

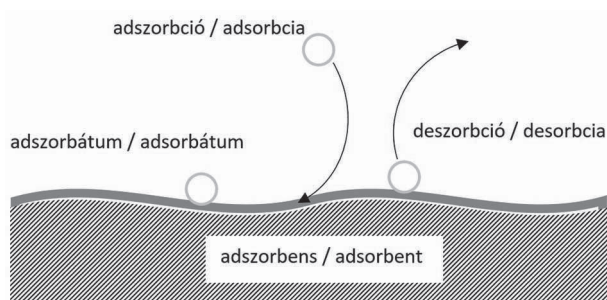
2.3.3 Adszorpció

Az adszorpció gáz, gőz vagy folyadékok megkötődését jelenti szilárd felületen. Az adszorpció lehet fizikai (fiziszorpció) vagy fizikai-kémiai (kemiszorpció) folyamat. Az adszorpció során az anyagok leggyakrabban van der Waals-kötéssel kötődnek meg a szilárd anyag (adszorbens) felületén, ritkábban kemiszorpcióval. Adszorbensként olyan anyagok szolgálhatnak, amelyeknek a felülete alkalmas arra, hogy az említett folyamatokat létrehozzák. Gyakran használt adszorbensek:

- szilikagél,
- zeolitok (zeolitscsoport ásványai),
- aktív szén (orvosi szén),
- fehérjék,
- műanyag polimerek.

Az adszorpció során tehát szilárd felületen folyadékok vagy gázok komponenseit kötjük meg. Azt a felületet, amelyen az anyag megkötődik, adszorbensnek, a megkötött anyagot adszorbátumnak nevezzük. Az adszorpció elmélete szerint az adszorbens felülete nem homogén, hanem ún. aktív centrumok rendelkeznek, amelyek aránylag erősen képesek megkötni az adszorbátum molekuláit. Ha az adszorbens és az adszorbátum közötti kölcsönhatás kialakulása kémiai jellegű változás, kemiszorpcióról beszélünk, ami egy irreverzibilis folyamat. Az adszorpció műveletek legalább kétfázisú, heterogén rendszerekben mennek végbe, amely során jelentős szerepe van a határfelület nagyságának és szerkezetének, illetve a fázisok minőségének.

Az adszorpciónak jelentős szerepe van gázok, illetve folyadékok tisztításánál, ahol a megfelelő adszorbens megköti az eltávolítandó szennyeződések, de kiemelkedő szerepe van egy kémiai analitikai eljárásban is, a kromatográfiában.



Ábra 103 Adszorpció és deszorpció

Nagy hatékonyságú elválasztási módszerek

A magas hatékonyságú elválasztási módszerek közé tartozik a kromatográfia.



Megjegyzés: A nagy hatékonyságú elválasztási módszerek közé tartoznak még az elektromigrációs módszerek, amelyek a műszeres analitikai eljárások közé sorolhatóak. Ezek viszont nem képezik a tankönyv tárgyát.

2.3.4 Folyadék-folyadék extrakció (Oddel'ovanie zmesí dvoch navzájom nemiešateľných kvapalných fáz - extrakcia)

Az extrakció műveletét „kivonásnak” vagy „kirázásnak” is nevezzük. Az anyagmegoszlást két, egymással nem elegyedő folyadék között extrakció segítségével hajtjuk végre a laboratóriumban. A művelet során két, egymással nem elegyedő folyadékfázis egyikében feloldott anyagot juttatunk át a másikba. Bizonyos esetekben előfordulhat, hogy az extrakció célja az, hogy az adott anyag átvitele a többi jelenlevő anyag átvitele nélkül történjék meg.

A két folyadékfázis egyike általában víz, a másik pedig valamilyen szerves oldószer, amely vízzel nem elegyedik.



Megjegyzés: A választótölcsér esetében használjuk a rázó-tölcsér és a csepegtető tölcsér megnevezéseket is.

A folyadék-folyadék extrakcióra választótölcsért használunk, amit az állványhoz rögzített szűrőkarikába helyezünk, alá pedig tiszta gyűjtőedényt (lombikot, főzőpoharat) teszünk. Első lépésben ellenőrizzük, hogy a csap és a felső csiszolat tökéletesen zár-e. Ügyeljünk arra is, hogy a két folyadékfázis együttes térfogata ne lépje túl a tölcsértestet 2/3-át.



Megjegyzés: Rázás közben a tölcsérben túlnyomás keletkezhet, ami a dugó vagy a csap kinyomódását okozhatja, ezért főként az első rázó mozdulatok után (de folyamatában később is), levegőztetni kell a tölcsért a csapján keresztül, a választótölcsért a bal kezünkbe dugójával lefelé fogva úgy, hogy a szára kb. 45 °-os szögben fölfelé irányuljon.

A választótölcsért úgy fogjuk a kezünkbe, hogy biztosítva legyen a csaptestet és a felső csiszolatban levő dugó. Jobb kezünkkel fogjuk meg a tölcsért a csapjával úgy, hogy a csap fordító része fölfelé nézzen, és helyezünk rá mutatóujjunkat. Bal kezünk mutatóujjával biztosítjuk a csiszolatban dugót. Így fogva megforgatjuk szájával le- és felfelé, miközben enyhén rázogattjuk.



VIGYÁZAT! Levegőztetéskor a rázó-tölcsér kifolyónyílását ne irányítsuk senki felé!



Ábra 104 A választótölcsér helyes tartása

Az extrakció hatásfokát vízben jól oldódó anyagok esetében kisózással növelhetjük, ugyanis a szerves anyagok vízben való oldhatósága sók jelenlétében nagymértékben csökken.

Az extrakció befejeztével a tölcseért a szűrőkarikába helyezzük, és dugóját kivéve megvárjuk, míg a fázisok teljesen elválasztódnak egymástól. Ezután az alsó fázist a csapon keresztül engedjük le, a felső fázist pedig a felső nyíláson öntjük ki.

Összefoglaló

A laboratóriumban a két egymással nem elegyedő folyadék közötti anyagmegoszlást az extrakció műveletével, „kirázással” valósítjuk meg.

Az extrakció választótölcsér (rázó- vagy csepegtető tölcse) használatával történik.





Kérdések és feladatok

1. Milyen keverék elválasztására használjuk a választótölcsért?
2. A keverék komponensek mely eltérő fizikai tulajdonságán alapszik az elválasztás választótölcsérel?
3. Írjon három kétkomponensű keveréket, amelyek komponenseinek elválasztását választótölcsérel valósítaná meg!
4. Milyen szinonimát használhatunk a választótölcsérről?
5. Miért nem kenjük meg a választótölcsér csiszolatos részeit csapzírral?
6. Miért szükséges az extrakció során a választótölcsér levegőztetése?


2.3.5 Desztilláció (Destilácia)

A desztilláció a folyékony anyagok legfontosabb elválasztási módszere, amelynek célja az eltérő forráspontú anyagok szétválasztása, de sikeresen alkalmazható folyadékok elválasztására a bennük található nem illékony szennyeződésektől. A művelet lényege, hogy a folyadékot melegítéssel forrásba hozzuk, majd a gőzöket elvezetve hűtéssel kondenzáljuk.

	<p>VIGYÁZAT! A desztillálandó folyadékot a forráspontjától és a tűzveszélyességétől függően melegíthetjük, pl. vízfürdőben, olajfürdőben, elektromos fűtőkosárral vagy ritka esetben dróthálón keresztül is nyílt lánggal.</p>
---	---

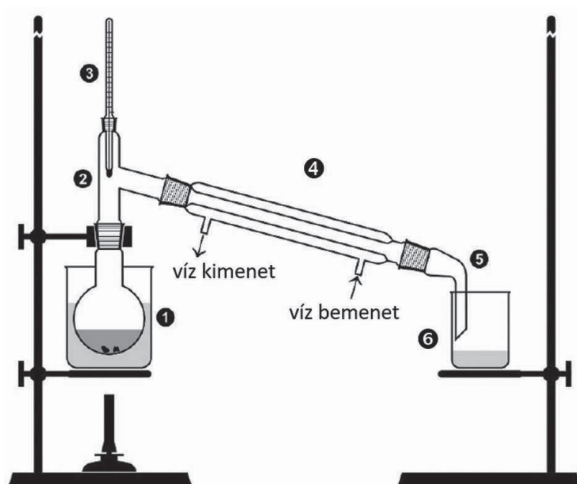
	<p>Megjegyzés: A folyadékkal érintkezésben lévő gázt gőznek, illetve egyensúly esetén telített gőznek nevezzük.</p>
---	--

A desztillálási művelet terméke a **párlat** vagy **desztillátum**.

	<p>Megjegyzés: A folyadékok feletti gőztérben minden hőmérsékleten megtalálhatók a folyadék molekulái – ez a folyamat a párolgás. Azt a nyomást, amit az anyag elpárolgó gőze hoz létre, gőznyomásnak vagy tenzióknak nevezzük. Azt a hőmérsékletet, amikor az adott anyag gőznyomása/tenziója eléri az atmoszferikus nyomást (101,325 kPa), az anyag forráspontjának tekintjük.</p>
--	---

Az elegy, illetve komponenseinek jellegét tekintve a desztilláció különböző fajtáit alkalmazzák, úgymint:

- egyszerű desztilláció (jednoduchá destilácia),
- vákuumdesztilláció (vákuová destilácia/destilácia pri zníženom tlaku),
- frakcionált desztilláció (frakčná destilácia),
- vízgőzdesztilláció (destilácia vodnou parou).



- 1 a desztillálandó elegyet tartalmazó lombik vízfürdő (destilačná banka s destilovanou zmesou vo vodnom kúpeľi)
- 2 a desztillációs feltét (destilačný nadstavec)
- 3 hőmérő (teplomer)
- 4 hűtő (chladič)
- 5 golyaorr (destilačný nadstavec (a lonž),
- 6 a desztillátumot gyűjtő edény (zberná nádoba na destilát)

Ábra 105 Egyszerű desztilláló berendezés
(A kép forrása: https://www.tatarko.eu/semester/prace/lab_6.pdf)

Az **egyszerű desztillációt** légköri nyomáson, 150°C alatt forró folyadékok esetén alkalmazzuk. A tapasztalat szerint ha két folyadék forráspontjának különbsége alacsonyabb, mint 80 °C, akkor az egyszerű desztilláció nem eredményez megfelelő elválasztást. Ilyen esetekben **frakcionált desztillációt** alkalmazunk, amelynek során a párlatot több részletben fogjuk fel, majd az egyes frakciók ismételt desztillációjával az elválasztás javítható. Ha az elválasztani kívánt folyadékok forráspontjai közötti különbség 25°C alatt van, olyan esetben a frakcionált desztilláció során töltettel ellátott kolonnát használunk. A vákuumdesztillációs eljárást olyan folyadékok elválasztásánál alkalmazzuk, amelyek hőre érzékenyek és/vagy a forráspontjuk 150°C felett van. **Vízgőzdesztillációt** abban az esetben alkalmazunk, ha olyan anyagokat szeretnénk elválasztani vagy tisztítani, amelyek vízzel nem elegyednek, vagy vízzel nem reagálnak, és a víz az elválasztandó komponenssel alkotott elegye 100°C alatt forr.

Az egyszerű desztilláció menete

Összeállítjuk a berendezést, és a desztilláló lombikot tölcseren keresztül megtöltjük. Még a melegítést megelőzve a lombikba forráskönnyítőt teszünk (pl. horzsakövet vagy üveggyöngyöt). A forráskönnyítőkkel megakadályozzuk a késleltetett forrást (utajeny var), amely során a hirtelen buborékképződés lökészerű feltörése akár a lombik széttörését is okozhatja. Indítsuk el a hűtővizet, és csak ezután kezdjük melegíteni a lombikot. A desztilláció sebességét melegítéssel úgy szabályozzuk, hogy másodpercenként 1-2 desztillátum cseppenjen le a gyűjtőedénybe. A desztilláció végén a lombik alján mindig hagyjunk egy kevés folyadékot (desztillációs maradék), soha ne desztilláljuk teljesen szárazra! A desztilláció művelete során soha ne hagyjuk a desztillációs berendezést őrizet nélkül. Az eljárás befejeztével várjuk meg a berendezés teljes kihűlését, és csak azt követően szedjük szét a berendezést.



Megjegyzés: A késleltetett forrás oka az, hogy a sima falú üvegedényben a forráspontra felhevített folyadékban nem képződik elegendő gázbuborék a forrás megindítására, ami a gőzfázis keletkezéséhez szükséges. A forráskönnyítőkkel melegítés hatására légbuborékok távoznak, amelyek könnyen telítődnek a desztilláló folyadék gőzeivel.

Összefoglaló

A különböző forráspontú anyagok szétválasztása a laboratóriumban desztillációs eljárással történik.

A desztillációs elválasztás során a folyadékot elpárologtatjuk, majd a folyadék feletti térből eltávozó gőzöket hűtéssel kondenzáljuk.

A desztilláció fajtái:

- egyszerű desztilláció,
- vákuumdesztilláció,
- frakcionált desztilláció,
- vízgőzdesztilláció.

A művelet terméke a párlat vagy desztillátum.




Kérdések és feladatok

1. A keverék komponensek mely eltérő fizikai tulajdonságán alapszik a desztilláció?
2. Mi a különbség gáz és gőz között?
3. Mi a tenzió?
4. Sorolja fel az egyszerű desztillációs berendezéshez szükséges laboratóriumi eszközöket!
5. Milyen céllal adunk az egyszerű desztillációs eljárás során a desztillálandó elegyhez forráskönnnyítőt?
6. Mit használhatunk laboratóriumban forráskönnnyítőként?

2.3.6 Szublimáció (Sublimácia)

A hőmérséklet növelésével a kristályos anyag rácspontjaiban rezgő részecskék kinetikus energiája növekszik. Elérve egy bizonyos értéket, a kristályrács (kryštalická mriežka) összeomlik, és a kristályos anyag olvadásának (topenie) a jelenségét figyelhetjük meg. A fázisátmenet ugrásszerűen következik be egy adott hőmérsékleten, amit olvadáspontnak (t_o) (bod topenia) nevezünk. A fázisátmenet mindaddig tart, amíg a két fázis (szilárd és olvadék) egyensúlyban van, eközben a hőmérséklet nem változik.

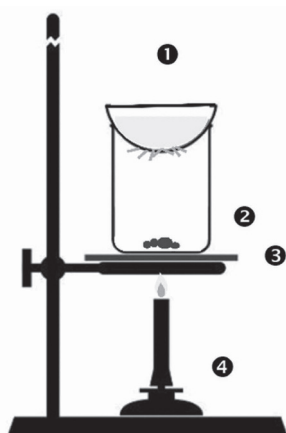
	<p><i>Megjegyzés: A szlovák nyelvben az olvadáspont esetében kétféle fogalmat használunk: „teplota topenia” és „teplota tavenia”. Amennyiben kémiailag tiszta anyagokról beszélünk, akkor a „teplota topenia” kifejezést használjuk. Több komponensű kristályos anyagok vagy amorf anyagok olvadáspontja esetében a „teplota tavenia” kifejezést alkalmazzuk.</i></p>
---	---

Az olvadással ellentétes fázisátmenet a fagyás (tuhnutie). Az olvadáspont és a fagyáspont (t_f) (bod tuhnutia) azonos.

A kinetikus elmélet alapján a szilárd testek felületén a nagy rezgési amplitúdóval rendelkező részecskék kiszakadva a szilárd anyagi szerkezetből a gáztérbe távoznak. A szilárdból a gázállapotba való fázisátmenetet szublimációnak nevezzük. A szublimáció során az anyag szilárd halmazállapotból gáz halmazállapotú lesz, a folyadék-halmazállapot kihagyásával.

A könnyen szublimáló anyagok kristályaiban a molekulák között gyenge másodlagos kölcsönhatások vannak, pl. az elemek közül a jód és a kén; szerves anyagok közül megemlíthetők a nemfém-oxidok és kloridok (SO_2 , P_2O_5 , As_2O_3 , PCl_5) és a kovalens kötésű fém-kloridok: Al_2O_3 , Cr_2O_3 , amelyek könnyen szublimálhatók. A könnyen szublimálható szerves anyagok közül pedig a kámfort (gáfor) és a naftalint (naftalén) említhetjük meg.

A szublimáció általában az adott anyag hármaspontjánál alacsonyabb hőmérsékleten és nyomáson történik. Kismértékben több szilárd anyag szublimál (pl. érezzük az illatukat). A jég és a hó $0\text{ }^\circ\text{C}$ alatt bizonyos mértékben szintén szublimál (állandó fagyban is lassan megszárad a jéggé fagyott ruhadarab).



- ① óraüveg jeges vízzel
(hodinové sklo s ľadovou vodou)
- ② főzőpohár a szublimálandó anyaggal
(kadička so sublimovateľnou látkou)
- ③ drótháló (siet'ka)
- ④ gázégő (kahan)

Ábra 106 Egyszerű szublimálási művelet berendezésének sémája
 (A kép forrása: https://www.tatarko.eu/semester/prace/lab_6.pdf)

A szublimálás műveletét a laboratóriumban főként tisztításra alkalmazzuk, ha pl. szublimálható anyagot választunk el a nem illékony szennyeződéstől. Főként előnyös kis anyagmennyiségek tisztításánál, mivel egyrészt kisebb anyagvesztéssel jár az elválasztás, mint például az átkristályosítással, másrészt pedig a termék tisztaságát tekintve az eljárás nagyobb hatékonyságú.

Összefoglaló

A szilárdból a gáz állapotba való fázisátmenetet, folyadék-halmazállapot kihagyásával, szublimációnak nevezzük.

Könnyen szublimálható szervesanyagok:

- elemek - pl. a jód és a kén;
- vegyületek - pl. a nemfém-oxidok és kloridok (SO_2 , P_2O_5 , As_2O_3 , PCl_5) és a kovalens kötésű fém-kloridok: Al_2O_3 , Cr_2O_3 .

Könnyen szublimálható szerves anyagok pl. a kámfor és a naftalin.



Kérdések és feladatok

1. A szublimáció során milyen halmazállapot-változás következik be?
2. Hogy nevezzük a szublimációval ellentétes halmazállapot-változást?
3. Nevezzen meg legalább három könnyen szublimálható anyagot?
4. Mi jellemzi a könnyen szublimálható anyagok molekulái közötti kölcsönhatást?
5. Mi történik, ha vizes ruhát akasztunk ki a szárítókötélre hosszan tartó fagyos időben? Magyarázza meg a jelenséget!

2.3.7 Kromatográfia (Chromatografia)

Az anyagok keverékeinek egymástól való elválasztásának egyik fontos alapelve a fázis rendszerek halmazállapota szerinti elválasztás, melyek közé tartoznak az ún. klasszikus elválasztási módszerek: a desztilláció, a szublimáció, a csapadékképző módszerek és hasonlók. Ezek a módszerek azonban analitikai kémiai alkalmazásban kevésbé hatékonyak és a bonyolult keverékek esetében nélkülözik a szükséges hatékonyságot. Ezért újabb és hatékonyabb elválasztó módszereket kerestek, amelyek csak később kerültek rendszeres használatba, és amelyeket gyűjtőnéven kromatográfiai módszereknek nevezünk.

A kromatográfia egy elválasztástechnikai eljárás, amely keverékek elválasztására használatos laboratóriumi módszer. A kifejezés a görög χρώμα: króma, szín és γραφειν: grafein, írni szó összetételéből származik, ami utal a módszer jellegére és az eredendő alkalmazására. A kromatográfia mint elválasztási technika megalapozása Mihail Szemjonovics Cvet orosz botanikus nevéhez fűződik. Cvet az 1900-as évek elején vizsgálta a növényi pigmentek (klorofillok és karotinoidek) jelenlétét növényi eredetű minták petroléteres kivonataiban, majd egy addig újnak számító eljárással elválasztotta azokat egymástól. Ezt az eljárást ő maga nevezte el kromatográfiának, utalva a színes anyagok jelenlétére az eljárásban.

Azóta sok új kromatográfiai módszer, elválasztási eljárás és felmerülő kémiai analitikai probléma megoldása tette alkalmassá a technikát a legkülönbözőbb analitikai alkalmazásra. A kromatográfia egy több fokozatú, nagy hatékonyságú, dinamikus elválasztási módszer, mely az összetevők eltérő szorpciós tulajdonságain alapul, és a szorpciós – deszorpciós folyamatok elvén működik.

A kromatográfiai elválasztandó komponensek két fázis között oszlanak meg. Ezek közül az egyik helyhez kötött, tehát állófázis (statikus fázis), míg a másik adott irányba mozog, tehát mozgófázis (mobil fázis vagy eluens). A vizsgálandó minta komponensei egy állófázis és azzal érintkező mozgófázis közötti anyagátmeneten, valamint az egyes komponensek a két fázissal (állófázis-mozgófázis) való eltérő kölcsönhatásán alapszik.

Az álló- és mozgófázis közötti anyagátmenetet a komponensek mindkét fázisban eltérő kémiai potenciálja teszi lehetővé. A mintában lévő elválasztandó komponensek (molekulák vagy ionok) különböző típusú és fokú kölcsönhatásokat alakíthatnak ki az álló- és mozgófázissal, ennek eredményeként különböző ideig maradnak az állófázisban (retenció). Az eltérő retenció miatt a vizsgált minta komponensei különböző sebességgel haladnak a mozgófázis által kényszerített irányba, melynek során a vizsgálandó anyag elválik az elegyben található további molekuláktól (ionoktól).

Az erők, amelyekkel az elválasztandó anyagok kötődnek az állófázis felületéhez lehetnek:

- van der Waals erők,
- elektrosztatikus erők,
- hidrofób kölcsönhatás,
- vagy hidrogénkötés.

A kromatográfiai elválasztást a gyakorlatban használják pl.:

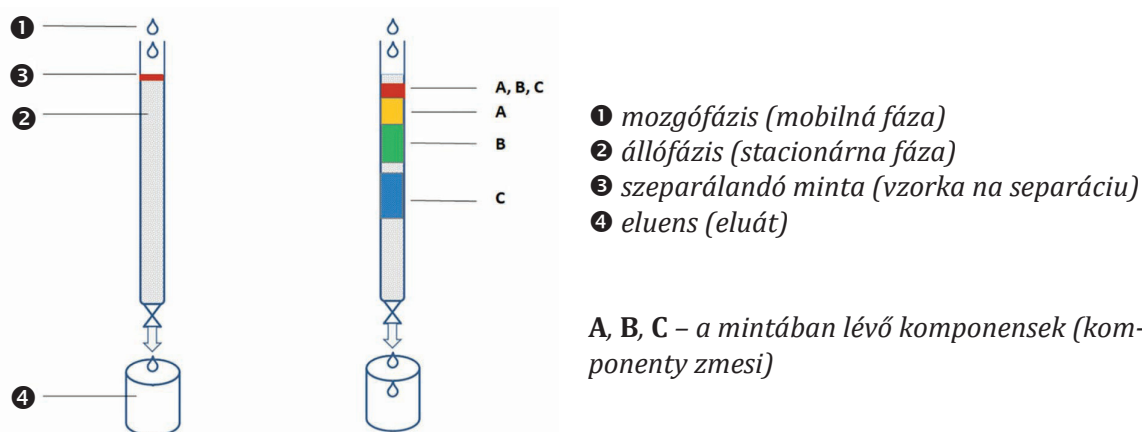
- elemzett komponensek koncentrációjának a meghatározására,
- analitikai tisztaságú anyagok előállítására, ún. standard anyagok előállítására,
- minta tisztítására elemzés előtt.

A kromatográfiai eljárásoknak, a működési alapelvük és a felhasználásuk szerint, a legkülönbözőbb felosztásaik vannak. Az alábbiakban a technikai kivitelezés szempontjából eredő felosztást követjük, ami szerint megkülönböztetünk:

- oszlopkromatográfiai eljárást (ide tartoznak a műszeres kromatográfiai eljárások is),
- sík vagy planáris kromatográfiai eljárásokat (papír- és vékonyréteg kromatográfia).

Oszlopkromatográfia (Stĺpcová chromatografia)

A kromatográfia alapjainak szemléltetésére a kromatográfias eljárások legrégebbi módszerét mutatjuk be, amelyet Cvet is alkalmazott a munkái során.



Ábra 107 Az oszlopkromatográfia sematikus ábrázolása

A technika lényege, hogy a mozgófázisban oldott keveréket áthajtják egy állófázison, melynek során a mintában lévő vizsgálandó komponens elválik az elegyben található további komponensről. Ahogy a mozgófázis keresztülhalad az állófázison, a minta kölcsönhatásba lép az állófázissal, és megtörténik az elválasztás.

Állófázisként használhatók különböző hidrofil és hidrofób tulajdonságú anyagok. Hidrofil tulajdonságú állófázis lehet pl. az Al_2O_3 , CaCO_3 , MgO , szilikagél és cellulóz is. Hidrofób állófázisként használhatók pl. az aktív szén és a szerves gyanták.

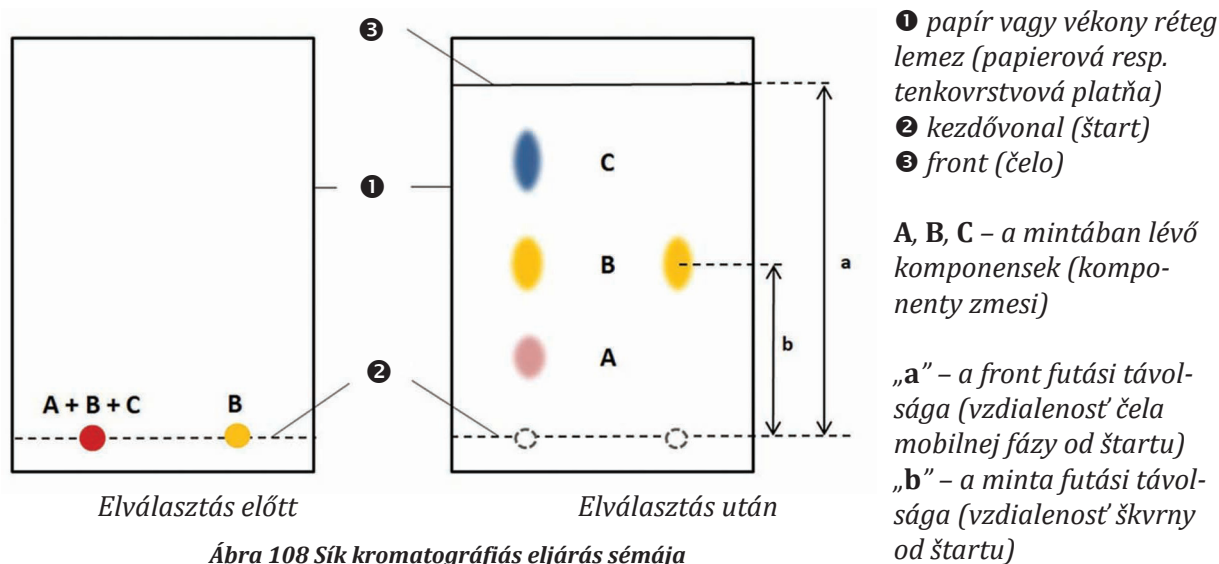
A mozgófázis a vizsgálandó mintát a kolonnán átvivő oldószert tartalmazza. Tartalmazhat poláris és apoláris oldószereket az elválasztandó komponens tulajdonságai szerint. Mozgófázisként használható pl. víz, metanol, etanol, acetonitril hexán, pufferoldatok és ezek keverékei.

Papír- és vékonyréteg kromatográfia (Papierová a tenkovrstvová chromatografia / Paper and Thin Layer Chromatography)

A papírkromatográfia alkalmazása Ferdinand Runge német vegyész nevéhez fűződik (1855), aki kör alakú szűrőpapír közepére színes oldatokat csepegtetett, melynek eredményeként koncentrikus formájú színes alakzatokat kapott.

A papírkromatográfiában az állófázist kromatográfias papír jelenti. Mozgófázisként használható pl. butanol, pentán, aceton és egyéb oldószerek és azok elegyei. A komponensek egymástól való elválasztása nagyban függ a papír struktúrájának homogenitásától.

A papíron a mozgófázis kapilláris erők hatására fokozatosan halad előre. Ha a papírra kapilláris segítségével egy sorban egy előre kijelölt kezdővonalra (ún. start) felvisszük a több komponensű mintát, a minta egyes komponenseit különböző erők (azaz affinitás) vonzzák a papírrostokhoz, ezért a mozgófázis különböző sebességgel hordozza őket. A mozgófázis előrehaladtával a felvitt keverék foltja a kezdettől fogva több, különböző távolságra lévő foltra oszlik – a komponensek elválasztódnak egymástól. Maga a kezdővonal (start) soha nem merülhet el a mobil fázisban. A minta kromatografálása után kapott, a keverék komponenseinek fizikai elválasztását tükröző kétdimenziós grafikus rekordot, amely az anyagok kromatográfias elválasztását mutatja (esetünkben elválasztott foltok formájában) kromatogramnak nevezzük.



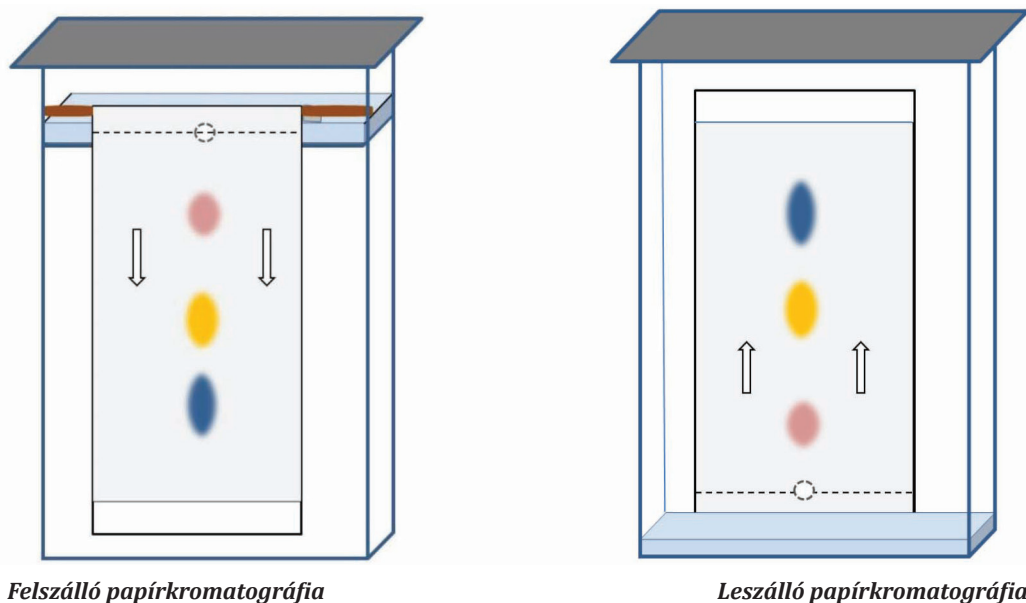
Ábra 108 Sík kromatográfias eljárás sémája

A sík (planáris) kromatográfias eljárások esetében az elválasztott komponensek azonosítását lehetővé teszi a retenciós faktor (R_f) kiszámítása. A retenciós faktor a kromatográfias eljárás során a komponens által és a mozgófázis által megtett út (front) hányadosa, tehát értéke 0 és 1 között változhat. $R_f = 0$, ha a vegyület a start-ponton marad és $R_f = 1$, ha a megfigyelt komponens a front vonaláig fut. Az R_f érték nagysága egy bizonyos anyagra jellemző, de értéke sok tényezőtől függ.

A 108. ábrán látható kromatográfias eljárás befejeztével pl. a B komponens R_f értéke tehát:

$$R_f = \frac{b}{a}$$

A papírkromatográfiasban különböző technikákat alkalmaznak. Ha a papírcsík az oldószert tartalmazó edényből lefelé lóg, az oldószer a papírcsíkon kapilláris erők és a gravitáció hatására lefelé halad, leszálló kromatográfiasról beszélünk. Ha viszont a papír az oldószertbe van helyezve, az oldószert csak a kapilláris erők hatására mozog felfelé, ez a felszálló kromatográfias.



Ábra 109 Két papírkromatográfias eljárási technika

Hasonló elven működik a vékonyréteg kromatográfia is. A papírkromatográfiától abban különbözik, hogy állófázisként papírt helyett lapos, inert hordozóra (pl. üveg vagy alumínium lemez) felvitt SiO_2 , Al_2O_3 vagy cellulóz helyettesíti. Előnye a papírhoz képest a rövidebb futási idő, a jobb elválasztás és a különböző szorbensek közötti választás lehetősége.

A lehető legjobb kromatográfiás elválasztás érdekében fontos, hogy a vékonyrétegű lemezt vagy a papírcsíkot olyan vékony rétegben oldószert tartalmazó edénybe állítsuk, melyet ezután lefedhetünk, hogy az edényben lévő légtér telítődjön az oldószert (mobilfázis) páráival.

Összefoglaló

A kromatográfia az anyagok keverékének elválasztására szolgáló laboratóriumi eljárás, a szorpció-deszorpció elvén működő elválasztástechnikai módszer. Az elválasztandó komponensek két fázishoz (álló- és mozgófázis) különböző affinitásuk alapján választódnak el egymástól.

Állófázis – különböző hidrophil (Al_2O_3 , CaCO_3 , MgO, szilikagél, cellulóz) és hidrofób (aktív szén, szerves gyanták) tulajdonságú anyag.

Mozgófázis – tartalmazhat poláris és apoláris oldószereket az elválasztandó komponens tulajdonságai szerint (pl. víz, metanol, etanol, acetonitril, hexán, pufferoldatok és ezek keverékei).

Technikai kivitelezés szempontjából megkülönböztetünk:

- **oszlopkromatográfiás** eljárást,
- **planáris (sík) elrendezésű kromatográfiát**.

Oszlop kromatográfia: nem műszeres és műszeres technika.

Planáris (sík) elrendezés: papír kromatográfia, vékonyréteg kromatográfia.

Az elválasztott anyag identifikálása a **retenciós faktor** (R_f) segítségével történik.

A laboratóriumi gyakorlatban az összes említett kromatográfiás eljárás használatos a laboratórium irányzatának és felszereltségének függvényében.



Kérdések és feladatok

1. Magyarázza el, mi a kromatográfia!
2. A gyakorlatban mire használhatók a kromatográfiás eljárások?
3. Mit jelent az álló- illetve mozgófázis kifejezés?
4. Jellemezze az oszlopkromatográfiát!
5. Mi a különbség az oszlop- és a sík kromatográfiás eljárások között?
6. Mit jelent a kromatogram kifejezés?
7. Egy planáris kromatográfiás eljárással készült kromatogramban mi alapján lehet azonosítani az elválasztott komponenseket?

A képek listája (Zoznam obrázkov)

Ábra 1 Nátronüveg szerkezete	11
Ábra 2 Különböző méretű kémcsövek	12
Ábra 3 Centrifugáló kémcső (Centrifugačná skúmavka)	12
Ábra 4 Oldalcsöves kémcső (Skúmavka a skúmavka s bočným vývodom).....	13
Ábra 5 Különböző méretű és formájú főzőpoharak.....	13
Ábra 6 Főzőpohár kiöntővel (Kadička s výlevkou).....	13
Ábra 7 Állólombik (Banka s plochým dnom).....	13
Ábra 8 Gömblobmik (Banka s guľatým dnom).....	14
Ábra 9 Gömblobmik csiszolattal (Banka s guľatým dnom so zábrusom).....	14
Ábra 10 Többnyakú gömblobmik csiszolattal (Zábrusová banka s tubusom a hrdlom)	14
Ábra 11 Frakcionáló lombik (Frakčná banka).....	14
Ábra 12 Erlenmeyer-lombik (Erlenmeyerova banka)	14
Ábra 13 Kristályosító csésze kiöntővel és anélkül (Kryštalizačná miska s výlevkou a bez výlevky)	15
Ábra 14 Egyszerű üvegtölcsér (Sklenený lievnik jednoduchý).....	15
Ábra 15 Bordázott tölcser (Lievnik rebrovaný)	15
Ábra 16 Választó vagy rázótlöcsér (Oddelovací lievnik)	15
Ábra 17 Szívópalack (Odsávací banka)	16
Ábra 18 Dreschler-féle mosópalack (Premývačka podľa Dreschlera)	17
Ábra 19 Üvegbot (Sklenená tyčinka).....	17
Ábra 20 Óraüveg (Hodinové sklo)	17
Ábra 21 Petri-csésze (Petriho miska)	17
Ábra 22 Mérőhenger (Odmerný valec).....	18
Ábra 23 Mérőlombik (Odmerná banka).....	18
Ábra 24 Osztott vagy mérőpipetta (Pipeta delená)	18
Ábra 25 Hasas pipetta (Pipeta nedelená).....	18
Ábra 26 Büretta (Byreta).....	19
Ábra 27 Piknométer (Piknometer)	19
Ábra 28 Liebig-hűtő (Chladič podľa Liebiga).....	19
Ábra 29 Golyós hűtő (Chladič guličkový)	19
Ábra 30 Spirálos hűtő (Chladič špirálovitý)	19
Ábra 31 Exszikkátor (Exsikátor).....	20
Ábra 32 Üvegmozsár (Sklenená trecia miska)	20
Ábra 33 Hőmérő (Teplomer)	20
Ábra 34 Szeszégő csiszolatos kupakkal (Kahan liehový s kľobúčikom so zábrusom)	20
Ábra 35 Porüvegek (Prachovnica).....	21
Ábra 36 Vízszugárszivattyú – (A) üveg, (B) műanyag (Vodná výveva – (A)sklenená, (B) plastová)..	21
Ábra 37 Porcelán izzítótégely (Porcelánový téglik).....	21
Ábra 38 Porcelántál (Porcelánová odparovacia miska)	24
Ábra 39 Porcelán háromszög (Triangel/trojhran)	24
Ábra 40 Porcelán bemérőcsónak (Lodička na váženie)	24
Ábra 41 Porcelán dörzsmozsár (Porcelánová trecia miska)	25
Ábra 42 Büchner-tölcsér (Büchnerov lievnik).....	25
Ábra 43 Porcelán vegyszeres kanál (Porcelánová lyžička)	25
Ábra 44 Bunsen-állvány (Laboratórny stojan podľa Bunsena).....	25
Ábra 45 Vasháromláb (Trojnožka na varenie)	26
Ábra 46 Emelő (Laboratórny zdvihák).....	26
Ábra 47 Kettős szorítódíó (Dvojitá svorka).....	29
Ábra 48 Fogó (Držiak bez svorky)	27
Ábra 49 Lombikfogó (Držiak bez svorky na banky)	27

Ábra 50 Hűtőfogó (Držiak na chladič)	27
Ábra 51 Tégelyfogó (Laboratórne kliešte)	27
Ábra 52 Főzőpohár fogó (Kliešte na kadičky)	28
Ábra 53 Hoffmann-szorító (Tlačka Hoffmannová).....	28
Ábra 54 Szorító nélküli vaskarika (Kruh na varenie bez svorky)	28
Ábra 55 Szűrőkarika (Kruh na filtráciu).....	28
Ábra 56 Drótháló (Sietka).....	28
Ábra 57 Teclu-égő (Tecluho plynový kahan)	28
Ábra 58 Bunsen-égő (Bunsenov plynový kahan).....	29
Ábra 59 Fém spatulák (Špachtľa).....	29
Ábra 60 Fémcsipesz (Pinzeta).....	29
Ábra 61 Pipettázó labda (Gumový balónik).....	29
Ábra 62 Gömblombiktartó gyűrű (Podložka na banku s guľatým dnom)	29
Ábra 63 Pasteur-pipetta (Pasteurova pipeta).....	30
Ábra 64 Kémcsőállvány (Stojan na skúmavky)	30
Ábra 65 Spriccflaska (Plastová striekačka)	30
Ábra 66 Kémcsőfogó I. (Držiak na skúmavky)	30
Ábra 67 Kémcsőfogó II. (Držiak na skúmavky).....	31
Ábra 68 Mágneses baba (Magnetické miešadielko)	31
Ábra 69 Galileo-hőmérő (Galileo teplomer).....	31
Ábra 70 Hőmérsékleti skálák szerinti átváltás	31
Ábra 71 Infravörös-hőmérő (Bezkontaktný infračervený teplomer)	34
Ábra 72 Táramérleg (Presné technické váhy	36
Ábra 73 Analitikai mérleg (Analytické váhy).....	36
Ábra 74 Betöltésre kalibrált térfogatmérő eszköz.....	39
Ábra 75 Kitöltésre kalibrált térfogatmérő eszköz.....	40
Ábra 76 A homorú (A) és domború (B) folyadékfelszín beállítása.....	40
Ábra 77 A folyadékfelszín helyes beállítása.....	40
Ábra 78 Automata pipetta (Automatická pipeta)	41
Ábra 79 Adagoló (Dávkovač)	42
Ábra 80 Mágneses keverő (Magnetické miešadlo).....	49
Ábra 81 Felsőpálcás keverő (Mixér resp. homogenizér)	49
Ábra 82 Infralámpa (Infralampa)	50
Ábra 83 Elektromos főzőlap (Elektrická platnička).....	50
Ábra 84 A kémcső és tartalmának helyes (A) és helytelen (B) melegítése közvetlen lángban	51
Ábra 85 Vízfürdő (Vodný kúpel')	51
Ábra 86 Elektromos vízfürdő I. (Vodný kúpel' elektrický).....	52
Ábra 87 Elektromos vízfürdő II. (Vodný kúpel' elektrický)	52
Ábra 89 Elektromos melegítőfészek (Laboratórne hniezdo)	52
Ábra 88 Elektromos homokfürdő (Pieskový kúpel' elektrický).....	52
Ábra 90 Izzító- vagy tokoskemence (Mufflová pec).....	52
Ábra 91 Elektromos szárítószekrény (Elektrická sušiareň)	53
Ábra 92 Sima szűrő hajtogatása	53
Ábra 93 Redős szűrő hajtogatása.....	59
Ábra 94 Sima és redős szűrő.....	60
Ábra 95 A sima szűrős szűrőberendezés felépítése és elemeinek megnevezése.....	60
Ábra 96 Elszívás vízszugárszivattyúval	61
Ábra 97 Elszívás vákuumpumpával	61
Ábra 98 Centrifuga	62
Ábra 99 Üveg centrifugacsövek	63
Ábra 100 Műanyag centrifugacsövek	63
Ábra 101 Beckman Coulter ProteomeLab XL-I analitikai centrifuga	63

Ábra 102 Kristályosítás termékeként különböző kristálméretű kristályos anyagok.....	63
Ábra 103 Adszorpció és deszorpció	67
Ábra 104 A választótölcsér helyes tartása	68
Ábra 105 Egyszerű desztilláló berendezés	70
Ábra 106 Egyszerű szublimálási művelet berendezésének sémája.....	73
Ábra 107 Az oszlopkromatográfia sematikus ábrázolása	76
Ábra 108 Sík kromatográfiás eljárás sémája.....	77
Ábra 109 Két papírkromatográfiás eljárási technika	77

Felhasznált irodalom (Použitá literatúra)

- ALMÁSI A., KUZMAN, M., PERJÉSI, P. (2014). Általános és szerves kémiai praktikum és példatár. PTE ÁOK Gyógyszerészi Kémiai Intézet, 142p. ISBN 978-963-642-619-4.
- ANDRLÍK, K., UHER, O., WEGIEL, J. & DVOŘÁK, K. (1962). Chemické tabuľky pre stredné priemysel-né školy chemické. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry.
- BÁRÁNY, Zs. B. (2013). Vegyipari ismeretek 1. Debreceni szakképzési centrum Vegyipari Szakközép-iskolája, 2015, 76p. Online: <http://bzsb.hu/aloldalok/oktatasi-anyagok/Vegyipari-ismere-tek/vegyipari-ismere-tek-1.pdf>, [cit.: 19-09-2021]
- BÁRÁNY, Zs. B. (2014). Vegyipari ismeretek 2. Debreceni szakképzési centrum Vegyipari Szakközép-iskolája, 2015, 83p. Online: <http://bzsb.hu/aloldalok/oktatasi-anyagok/Vegyipari-ismere-tek/vegyipari-ismere-tek-2.pdf>, [cit.: 06-07-2017]
- BÁRÁNY, Zs. B. (2015). Vegyipari ismeretek 3. Debreceni szakképzési centrum Vegyipari Szakközép-iskolája, 2015, 46p. Online: <http://bzsb.hu/aloldalok/oktatasi-anyagok/Vegyipari-ismere-tek/vegyipari-ismere-tek-3.pdf>, [cit.: 06-10-2017]
- Çelikbilek, M., Ersundu, A. E., & Aydın, S. (2012). Crystallization kinetics of amorphous materials. *Advances in crystallization processes*, 35347.
- HALKO, R. & HUTTA, M. (2010). Vizualizácia laboratória I.(Multimediálna učebnica). Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra analytickej chémie, 2010, ISBN: 978-80-89337-06-4, online (<https://analytika.sk/VIZLAB/uvod.html>), [cit.: 05-07-2021]
- KIRÁLY, Róbert (2006). Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba. Oktatási segédanyag. Debrecen: Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar. 81pp., <http://www.chem.science.unideb.hu/Oktatas/TKBL0101/TKBL0101seged.pdf> [cit.: 16-08-2021]
- KOVÁCS, I., NYULÁSZI, L., FEKETE, Cs., KÖNCZÖL, L. & TERLECZKY, P. (2012). Általános kémiai laboratóriumi gyakorlatok. Budapest: BME, Typotex Kiadó. ISBN 978-963-279-469-3.
- TORKOS, K. & MESZTICZKY, A. (2009). Általános kémia praktikum. Budapest: ELTE-Eötvös Kiadó, 2009, 100p., ISBN 8000000023513. file:///C:/Users/user/AppData/Local/Temp/Altalanos_es_szerves_kemia.pdf
- TŐKÉS, B. & DÓNÁTH-NAGY G. (2002). Kémiai előadások és laboratóriumi gyakorlatok. Kolozsvár: Scientia Kiadó, 2002, 280p., ISBN 973 85750 6 0.



Univerzita J. Selyeho
Pedagogická fakulta
Bratislavská cesta 3322
SK-945 01 Komárno
www.pfujs.sk

Róbert GYEPES – Katarína SZARKA – Ondrej HEGEDŰS – Róbert MÉSZÁROS

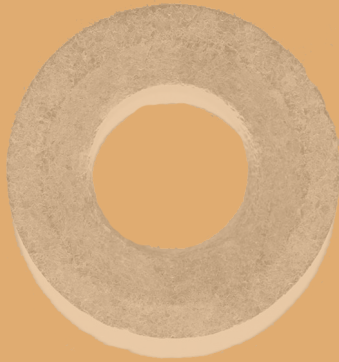
A laboratóriumi technika alapjai
Základy laboratórnej techniky
Basics of laboratory techniques

Recenzensek / Recenzenti / Reviewed by:
prof. RNDr. Alžbeta Hegedúsová PhD.
prof. RNDr. Ing. Tomáš Tóth, PhD.

Vydavateľ / Kiadó / Publisher:
Pedagogická fakulta Univerzity J. Selyeho / Selye János Egyetem Tanárképző Kar /
Faculty of Education of J. Selye University

Kiadás éve / Rok vydania / Year of Edition: 2021
Terjedelem / Rozsah / Scope: 4,08 (szerzői ív / autorský hárok / author's sheet)
Első kiadás / Prvé vydanie / First Edition

ISBN 978-80-8122-402-7



ISBN 978-80-8122-402-7