

TARTU 2016

Käesolev TÜ teaduskooli õppematerjal on kaasajastatud (terminid, illustratsioonid, tekstilised täiendused) 2016 aastal.

Laboratooriumis kasutatavad vahendid

Laboratooriumis kasutatavaid vahendeid saab jaotada gruppidesse kahe põhimõtte alusel:

- kasutuse eesmärk ja
- materjal, millest laborivahend on valmistatud.

Kasutuse eesmärgi järgi jagatakse vahendid

- a) üldkasutatavateks,
- b) spetsiaalseteks,
- c) mõõtevahenditeks.

Materjali järgi jagunevad vahendid vastavalt sellele, millest need on valmistatud, st klaasist, portselanist, plastmassist, metallist.

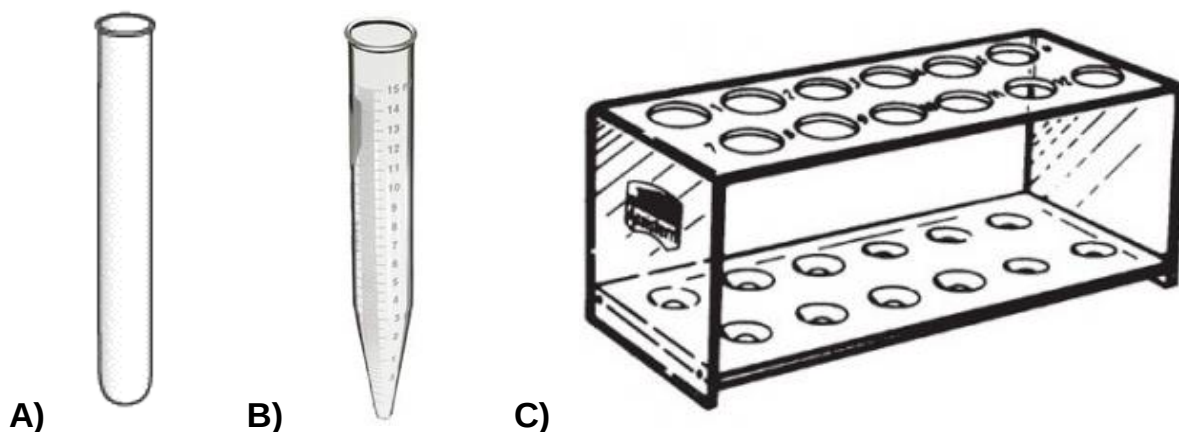
Üldkasutatavad vahendid on nõud ja seadmed, mis on vajalikud enamike laboratoorsete tööde teostamisel. Spetsiaalsed on need, mida kasutatakse mingi kindla töövõtte korral. Mõõtevahendid on aine (vedeliku) kindla ruumala mõõtmiseks.

Enamik laboratooriumis kasutatavaid nõusid on valmistatud õhukeseseinalisest klaasist. Sellised nõud taluvad paremini järske temperatuurimuutusi ja nendes on võimalik aineid soojendada või keeta. Lisaks on klaasnõud hõlpsasti puhastatavad.

Bioloogiliste rakenduste jaoks sobivad paremini plastikust nõud, mis on ühekordselt kasutatavad. Plastikust vahendite kasutamine suurendab küll kulusid ning jäätmete hulka, kuid see-eest kaitseb proovide võimaliku saastamise ning saastatuse ülekandumise eest.

Alljärgnevalt vaatleme lühidalt laboratooriumis enamkasutatavaid vahendeid, meetodeid ja ohutustehnikat.

1. Katseklaasid on kitsad silindrilised ja tavaliselt ümara põhjaga klaasnõud (Joonis 1). Katseklaasid on kas tavalised või gradueeritud (st mõõteskaalaga). Nendes võib läbi viia mitmesuguseid (test)reaktsioone. Samuti võib katseklaasis aineid (lahuseid, vedelikke, tahkeid aineid) soojendada, sulatada või keeta, kuid peab arvestama, et opereerida ei saa väga suurte kogustega. Keskmise suurusega katseklaasi $\varnothing$ on ~10-15 mm, pikkus 120-150 mm, maht ~20 ml. Reaktsioonide läbiviimisel valatakse katseklaasi ainet (lahust) mitte rohkem kui 1/3 ruumalast (erandjuhul kuni $\frac{1}{2}$ ruumalast).



Joonis 1. Katseklaasid ja katseklaaside statiiv. Joonisel A) on toodud tavaline katseklaas, joonisel B) koonilise põhjaga gradueeritud katseklaas ja joonisel C) katseklaaside statiiv.

Kuumutamisel kasutatakse katseklaaside hoidmiseks **katseklaasihoidjat** (Joonis 2). See on kas puidust või metallist (viimasel juhul võib siiski olla puidust käepide) spetsiaalne näpitsakujuline hoidja.



Joonis 2. Erinevast materjalist ja kujuga katseklaasihoidjad. Joonisel A) on toodud puidust, joonisel B) metallist ja joonisel C) metallist katseklaasi hoidja puidust käepidemega.

2. Keeduklaasid on õhukeseseinalised lamedapõhjalised silindrilised klaasnõud, mida kasutatakse reaktsioonide läbiviimisel, lahuste valmistamiseks, vedelike

soojendamiseks ja keetmiseks ning filtraadi kogumiseks (Joonis 3). Keeduklaasi tohib õrnalt kuumutada otse elektripliidil või kasutada keraamilist võrku (varasemalt on kasutusel olnud asbestvõrk, kuid selle kasutus pole ohtlikkuse tõttu tervisele enam lubatud). Keeduklaasid on kas tavalised või gradueeritud ning võivad olla väga erineva ruumalaga (tavaliselt 25 - 2000 ml).



A)

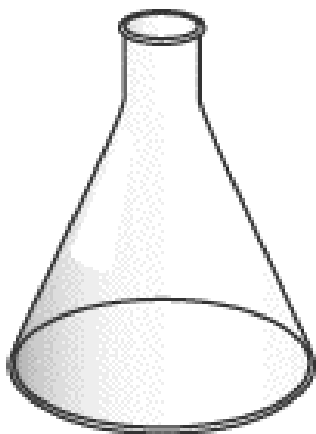


B)

Joonis 3. Keeduklaasid. Joonisel A) on toodud gradueeritud keeduklaasi üldskeem ja joonisel B) on erineva mõõduga gradueeritud keeduklaasid.

3. Kolvid on õhukeseseinalised mitmesuguse kujuga klaasnõud. Neid kasutatakse suuremate vedelikuhulkadega töötamisel. Lisaks kasutatakse kolbe sageli lahuste säilitamiseks, kuna kolvid on enamasti korgiga suletavad (korke käsitletakse täpsemalt allpool). Kolvi maht võib olla alates 5 ml kuni mitme liitrini. Järgnevalt on välja toodud erinevate kolbide liigid ja kirjeldused.

Kooniline ehk Erlenmeyeri kolb on kooniline lamedapõhjaline ja õhukeseseinaline (Joonis 4). Teda kasutatakse ainete lahustamiseks ja sadestamiseks, vedelike soojendamiseks ja keetmiseks, lahuste säilitamisel ning tiitrimisel. Sarnaselt keeduklaasiga ei ole koonilised kolvid mõeldud tugevaks kuumutamiseks otse pliidil või lahtisel leegil, vaid võimalusel tuleb kasutada keraamilist võrku.



A)



B)

Joonis 4. Koonilised kolvid. Joonisel A) on toodud koonilise kolvi üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega koonilised kolvid.

Seisukolvid on lamedapõhjalised ümara kuju ja suhteliselt pika kaelaga (Joonis 5). Kasutatakse üldiselt samadel eesmärkidel kui koonilisi kolbe. Sealhulgas on samad ka kasutusreeglid.



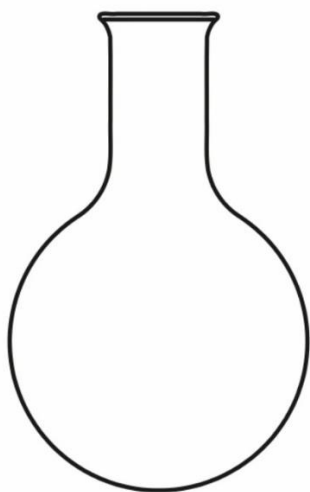
A)



B)

Joonis 5. Seisukolvid. Joonisel A) on toodud seisukolvi üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega seisukolvid.

Ümarkolbe kasutatakse destilleerimisel ja orgaanilises sünteesis (Joonis 6). Antud kolvid on ümarapõhjalised ning nende kuju võimaldab soojendamist suurema pinna kaudu (nt orgaanilises sünteesis võib vaja minna tugevat kuumutamist). Ümarkolbe ei tohi kuumutada lahtisel leegil. Mahult on need alates 25 ml kuni mitme liitrini. Nende asetamiseks lauale kasutatakse spetsiaalseid puidust aluseid.



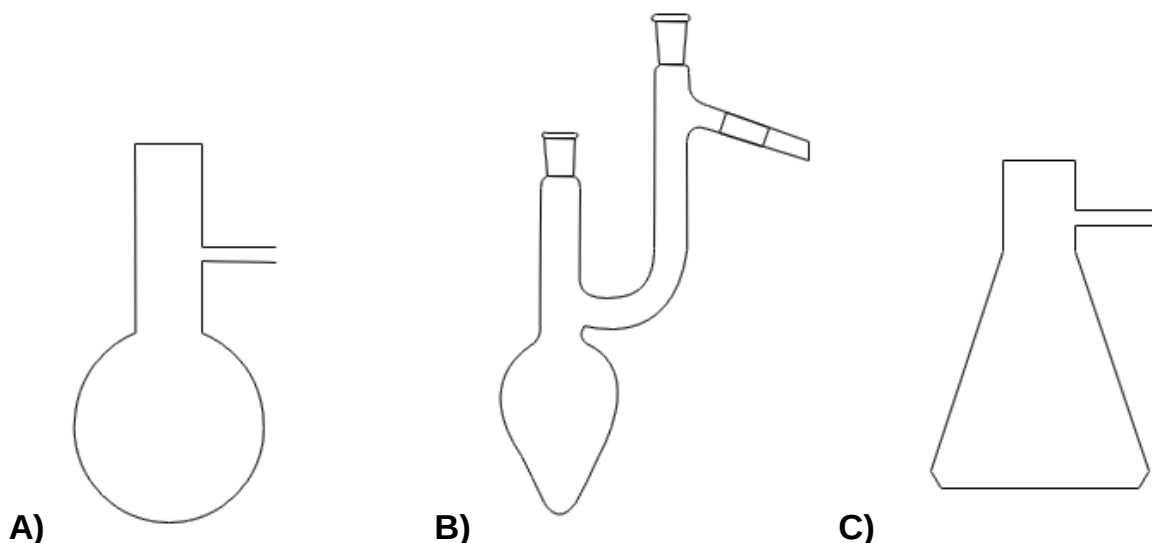
A)



B)

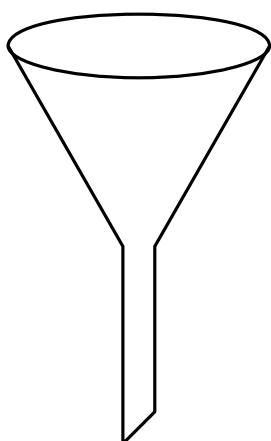
Joonis 6. Ümarkolvid. Joonisel A) on toodud ümarkolvi üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega ümarkolvid koos alustega.

Destilleerimisel kasutatakse spetsiaalseid selleks otstarbeks valmistatud kolbe nagu **Wurtzi kolb** ja **Clayseni kolb** (Joonis 7). Paksuseinalistest kolbidest leiab kasutamist **Bunseni kolb** ehk imikolb (Joonis 7), mida kasutatakse filtreerimisel alandatud rõhul.



Joonis 7. Spetsiaalkolvid. Joonisel A) on toodud Wurtzi kolvi, joonisel B) Clayseni kolvi ja joonisel C) Bunseni kolvi üldskeem.

4. Lehtreid kasutatakse vedelike valamiseks peenekaelalistesse nõudesse ja filtreerimisel (Joonis 8). Lisaks kasutatakse lehtreid tahke aine üleviimisel kitsa kaelaga nõudesse. Tahkete ainete jaoks kasutatava lehtri alumine kitsas osa on lühem ja suurema avaga. Kõrvuti klaaslehtritega kasutatakse ka plastmassist valmistatud lehtreid.



Joonis 8. Klaaslehtrid. Joonisel A) on toodud lehtri üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega klaaslehtrid.

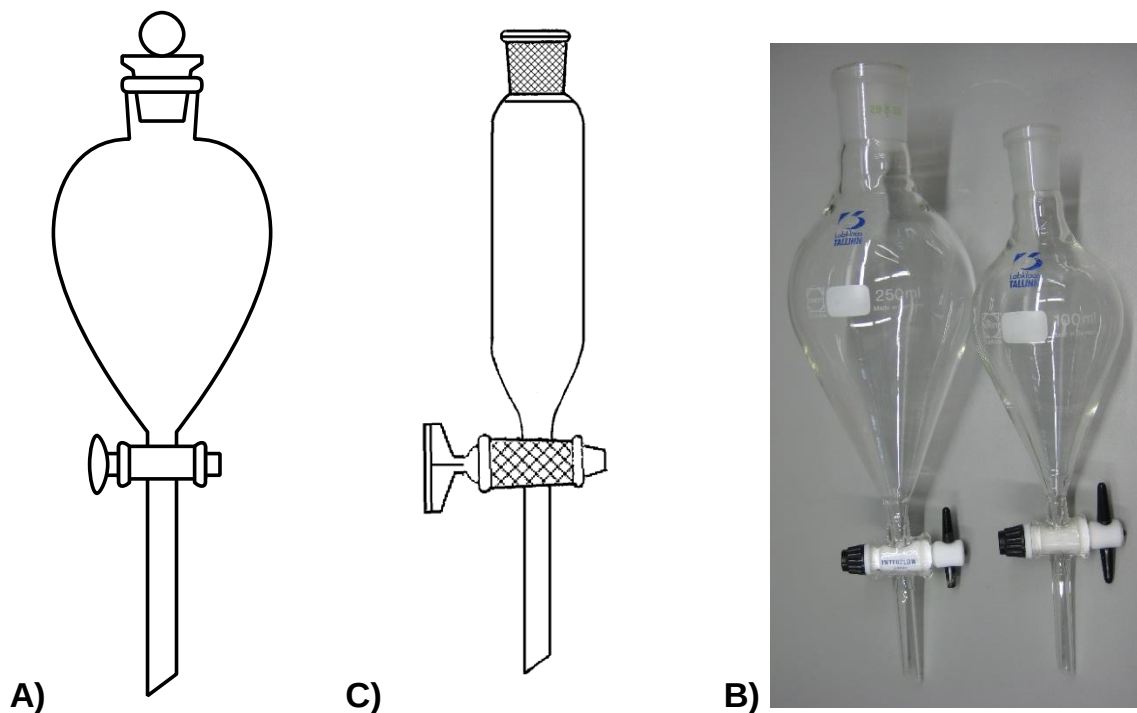
Kui on tarvis filtreerida agressiivseid vedelikke (kontsentreeritud happed, kaaliumpermanganaadi lahus jt.) või peent sadet, kasutatakse selleks **klaasfiltrit** (vanemast kirjanduses võib-olla nimetatud ka kui nutš, Joonis 9). See on lehtrikujuline nõu, mille laiem osa lõpeb sõelataolise poorsest klaasist plaadiga. Pooride suurust näitavad filtri numbrid. Kõige suuremate pooridega (0,1 - 0,12 mm) filter vastab numbrile 1, kõige peenemate pooridega (0,004 - 0,01 mm) numbrile 4. Klaasfiltreid kasutatakse vaakumfiltreerimisel, kinnitades neid kummirõngaga Bunseni kolvile või vahetükile. Mõningatel juhtudel on klaasfiltri alumises otsas lihviga osa, mis võimaldab filtri kinnitamist filtreerimisel ilma kummirõngata.



Joonis 9. Erineva suurusega klaasfiltrid.

Spetsiaallehtritest tuleb kõigepealt märkida **jaotuslehtreid** (Joonis 10). Neid kasutatakse mittesegunevate vedelike (nt õli – vesi, heksaan – vesi, kloroform – vesi, eeter - vesi) eraldamiseks. Jaotuslehtrite alumises osas on klaasist või teflonist kraan, mille pööramisel saab osa vedelikust jaotuslehtrist välja lasta.

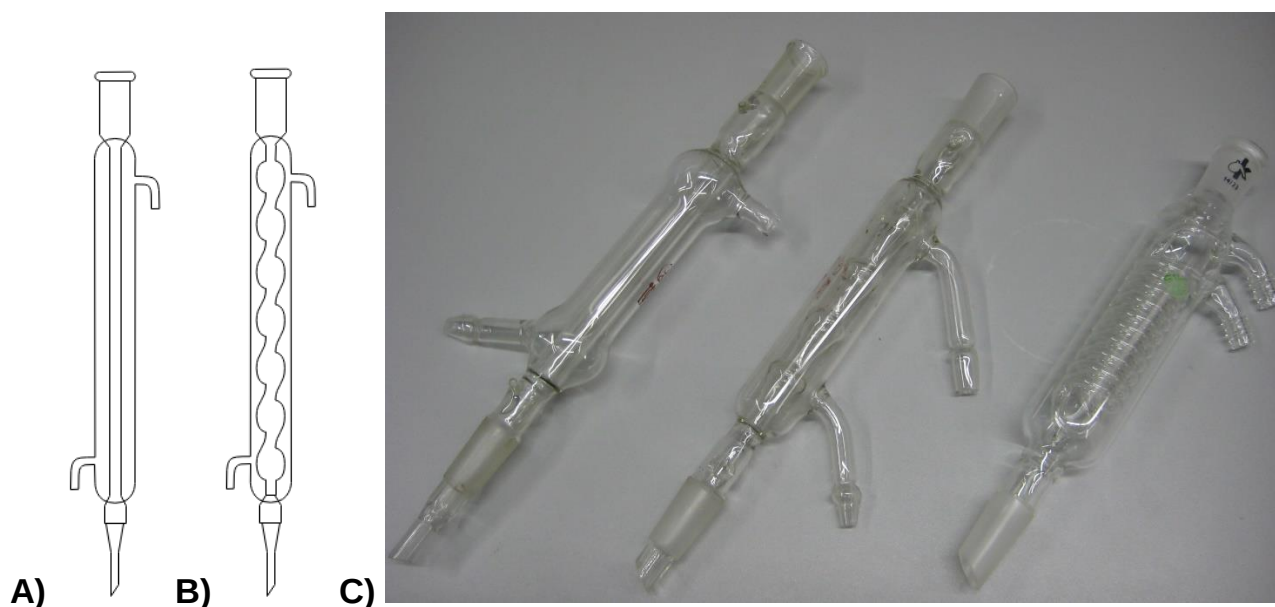
Eelmistega üsna sarnased on **tilgalehtrid** (Joonis 10), mida kasutatakse reaktiivi lisamiseks reaktsioonisegusse väikeste portsjonite kaupa või tilkhaaval.



Joonis 10. Jaotus- ja tilgalehtrid. Joonisel A) on toodud jaotuslehtri üldskeem, joonisel B) tilgalehtri üldskeem ja joonisel C) erineva suurusega jaotuslehtrid.

5. Jahutid

Aurude jahutamiseks ja kondenseerimiseks kasutatakse **jahuteid** (Joonis 11). Kui kondenseerunud vedelik juhitakse vastuvõtjasse, siis kasutatakse nn **Liebigi jahuteid**. Kondensaadi suunamisel tagasi reaktsioonisegusse kasutatakse **püstjahuteid** (kuul- või spiraaljahutit) (Joonis 11).

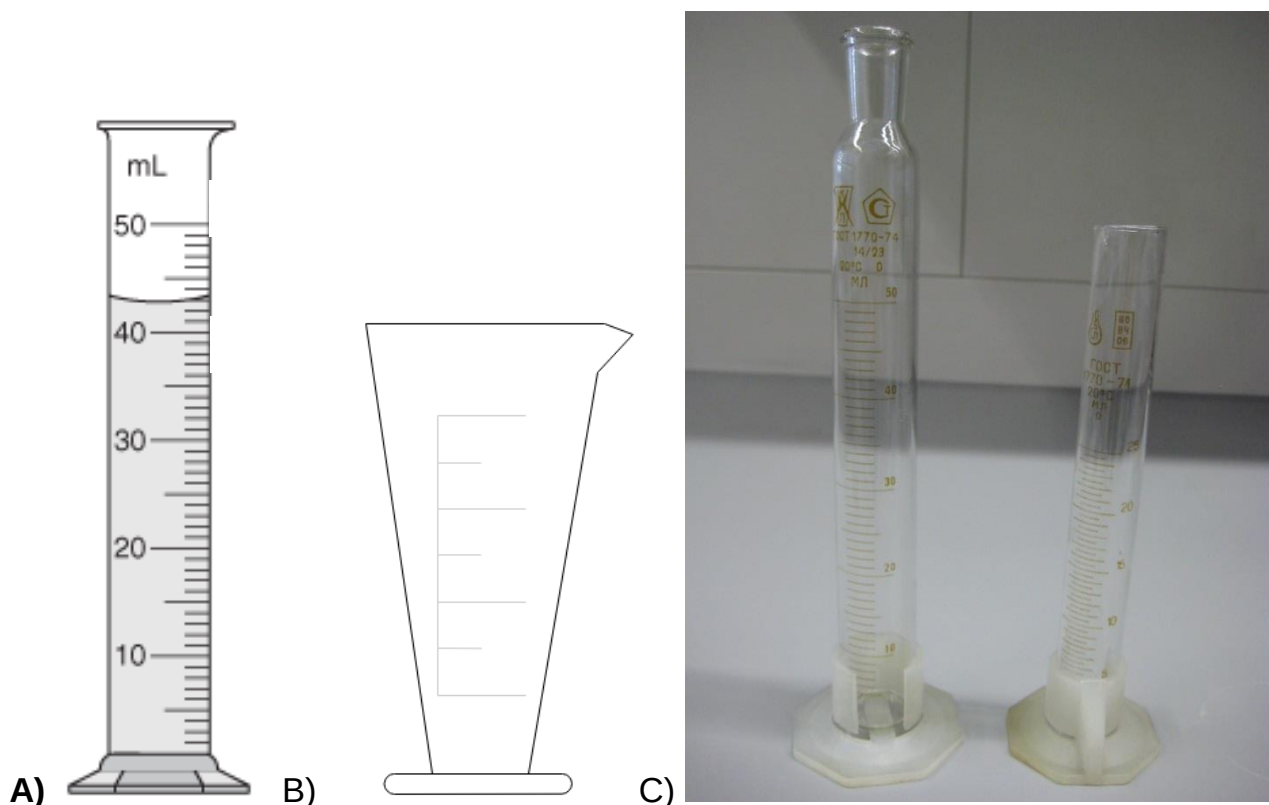


Joonis 11. Jahutid. Joonisel A) on toodud Liebigi jahuti ja joonisel B) kuuljahuti üldskeem. Joonisel C) on alates vasakult toodud Liebigi, kuul- ja spiraaljahuti.

6. Mõõtevahendid

Mõõtevahendeid kasutatakse laboratooriumis vedelike ruumala mõõtmiseks. Sõltuvalt vajalikust mõõtmistäpsusest, kasutatakse mitmesuguseid vahendeid.

Mõõtsilindrid on silindrilised gradueeritud klaasnõud, mida kasutatakse juhul, kui pole nõutav mõõdetava vedelikukoguse väga suur täpsus (Joonis 12). Mõõtsilindrite suurused varieeruvad laias vahemikus (5 - 2000 ml).

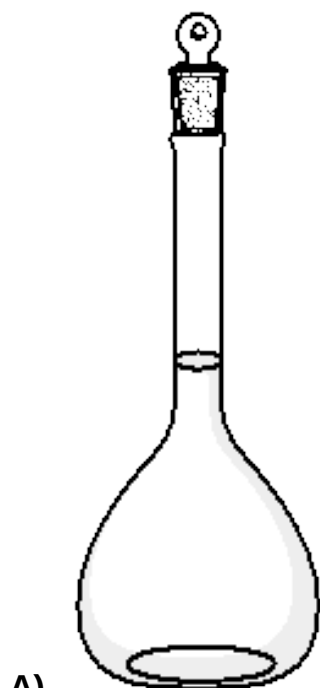


Joonis 12. Mõõtsilinder ja mensuur. Joonisel A) ja B) on toodud vastavalt mõõtsilindri ja mensuuri üldskeem ning joonisel C) erineva suuruse ja kujuga mõõtsilindrite näited. Mõõtsilindri püsivamaks paigutamiseks pinnale kasutatakse plastikust aluseid.

Mensuurid (on koonilised gradueeritud klaasnõud vedeliku hulga ligikaudseks mõõtmiseks (ebatäpsemad kui mõõtsilindrid), mida tänapäeval enam väga laialdaselt ei kasutata (Joonis 12). Tavaliselt on nad suurusega 50 - 1000 ml.

Mõõtkolvid on pika peene kaelaga õhukeseseinalised seisukolvid (Joonis 13).

Nende kaela ümbritseb mahumärki tähistav kriips, milleni täidetud kolb vastab oma nimiväärtusele, st kolbile märgitud mahule milliliitrites. Mõõtekolbi ei tohi kuumutada ega ka kõrgel temperatuuril kuivatada. Kasutatakse ruumala mõõtmiseks kindla kontsentratsiooniga lahuste valmistamisel.



A)

B)



Joonis 13. Mõõtkolvid. Joonisel A) on toodud mõõtkolvi üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega mõõtkolvid.

Pipetid on ühest otsast peeneks tõmmatud klaastorud. Oma kujult ja iseloomult jagunevad nad kahte rühma:

1) mahtpipetid ehk Mohri pipetid (

Joonis 14).

Need võimaldavad mõõta ainult üht kindlat ruumala. Neil on keskel laiend ja ülemisel peeneks tõmmatud osal üks mahumärk.

Märgini täidetud pipetist väljavoolanud vedeliku hulk vastab pipetile märgitud väärtusele.

NB! Kui pipeti otsa jääb väike hulk vedelikku, ei tohi seda välja puhuda! Antud viga on arvesse võetud juba pipeti kalibreerimisel.



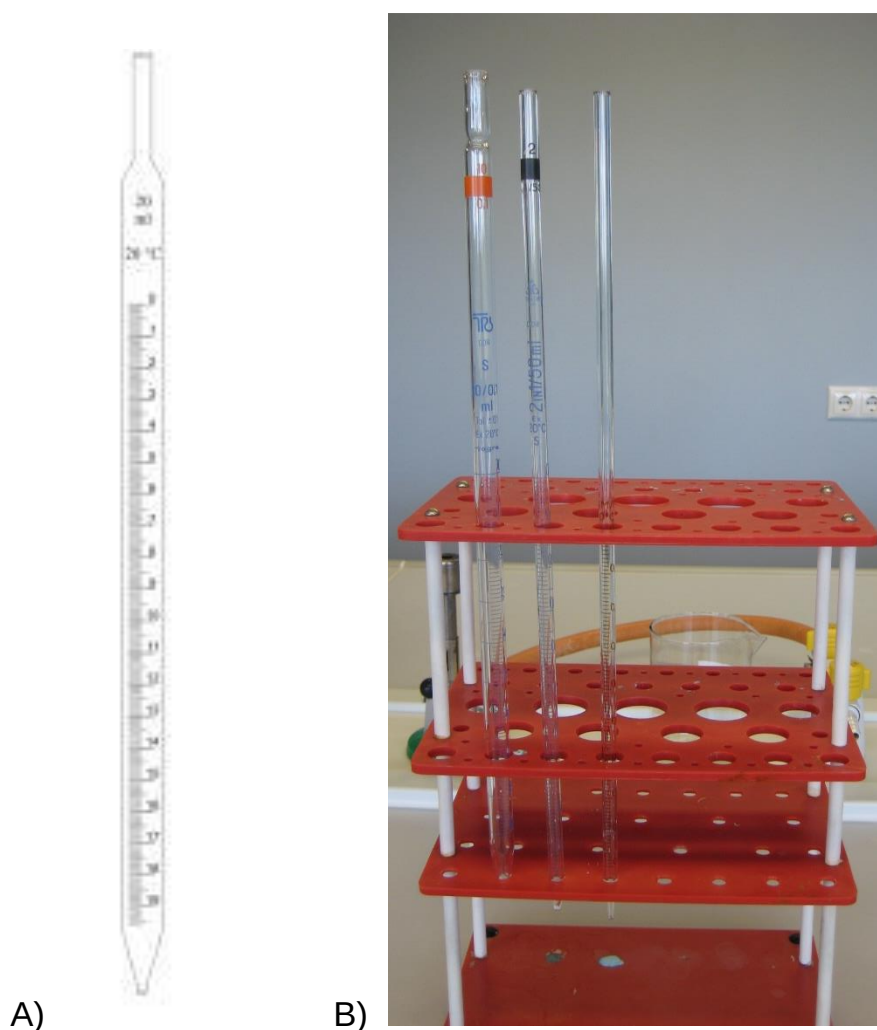
A)



B)

Joonis 14. Mahtpipetid. Joonisel A) on toodud mahtpipeti üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega mahtpipetid statiivil.

2) **mõõtepipetid** on silindrilised gradueeritud torud, millega saab mõõta vedeliku mistahes ruumala gradueeritud osa piirides (Joonis 15).



Joonis 15. Mõõtepipetid. Joonisel A) on toodud mõõtepipeti üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega mõõtepipetid statiivil.

Lisaks maht- ja mõõtepipetile kasutatakse tänapäeval väiksemate vedelikukoguste väga täpseks mõõtmiseks **automaatpipette** (Joonis 16). Automaatpipettidega saab tavaliselt pipeteerida lahuseid mahus 0,1 – 5000 μl . Samal ajal peab aga meeles pidama, et erinevate pipettidega saab pipeteerida just kindlas ruumala vahemikus ning soovitud näite valida kindla täpsusega (nt automaatpipett, millega saab pipeteerida 100 – 1000 μl täpsusega 1 μl ; automaatpipett, millega saab pipeteerida 2 – 20 μl täpsusega 0,01 μl).

Erineva suurusega automaatpipettidel peab kasutama erineva suurusega ühekordseid pipetiotsikuid, mis on valmistatud plastikust (Joonis 17).



Joonis 16. Automaatpipetid. Joonisel A) on toodud automaatpipeti üldskeem ja joonisel B) erineva mõõtevahemikuga automaatpipetid.

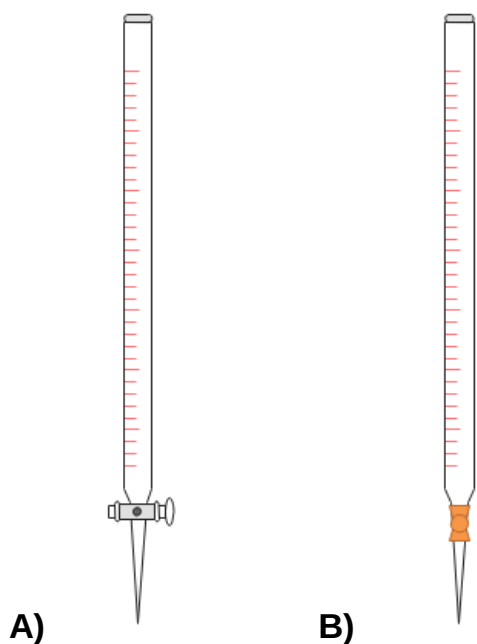


Joonis 17. Automaatpipettide otsikud karpides.

Büretid on ette nähtud vedeliku ruumala täpseks mõõtmiseks (

Joonis 18).

Need on gradueeritud klaastorud, mille alumine peenem osa on suletud kas kraaniga, klambriga või kummivooliku sees oleva klaaskuulikesega.

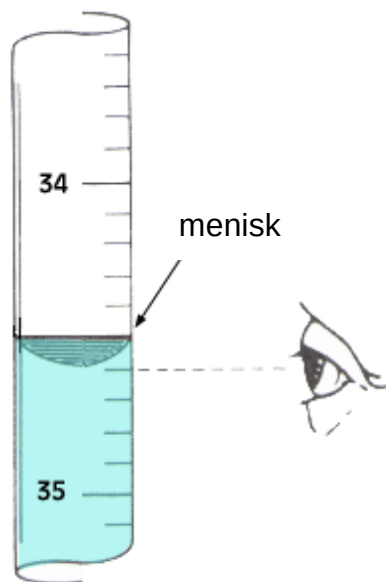


Joonis 18. Büretid. Joonisel A) on toodud kraaniga ja joonisel B) klaaskuuliga suletav bürett.

Tavaliselt on büretile kantud jaotised iga 0,1 ml järel; seda vahemikku silma järgi jaotades võib teostada lugemi võtmist täpsusega 0,02 - 0,03 ml.

Büretis, samuti pipetis, mõõtkolvis ja mõõtsilindris moodustub vedeliku piirpinnal menisk (Joonis 19).

Lugemi võtmisel büretilt ja pipetiga mõõtmisel peab vahendil olev märk olema nivoo fikseerimisel operaatori silmaga samal tasapinnal ning lugemi peab võtma meniski kõige alumisest punktist (Joonis 19). Selle tingimuse eiramine võib põhjustada märgatava vea. Siiski, kaaliumpermanganaadi ja teiste tumedate lahuste puhul võetakse lugem sageli meniski ülemisest äärest, kuid see sõltub eksperimentaatori otsusest/mugavusest.



Joonis 19. Lugemi võtmine büretilt.

7. Portselanist vahendid

Vedelike (lahuste) aurustamiseks ja soojendamiseks, samuti ainete kuumutamiseks kasutatakse **portselankause** (

Joonis 20).



Joonis 20. Portselankausid. Joonisel A) on toodud portselankausi üldskeem ja joonisel B) erineva suurusega portselankausid.

Ainete peenestamiseks kasutatakse **uhmrit ja nuia** (Joonis 21). Aine peenestamine toimub nuiaga hõõrudes. Uhmrit ei tohi kuumutada.



A)



B)

Joonis 21. Uhmer ja nui. Joonisel A) on toodud uhmri ja nuia üldskeem ning joonisel B) näide reaalelust.

Filtreerimiseks alandatud rõhul kasutatakse **Büchneri lehtrit** (Joonis 22). See lehter kinnitatakse kummikorgi abil Bunseni kolvile. Vaheplaadile asetatakse tihedast filterpaberist ketas, mida niisutatakse filtreeritava vedelikuga. Seejärel tekitatakse Bunseni kolvis alarõhk ning filtreeritav vedelik valatakse osade kaupa filtrile.



A)



B)

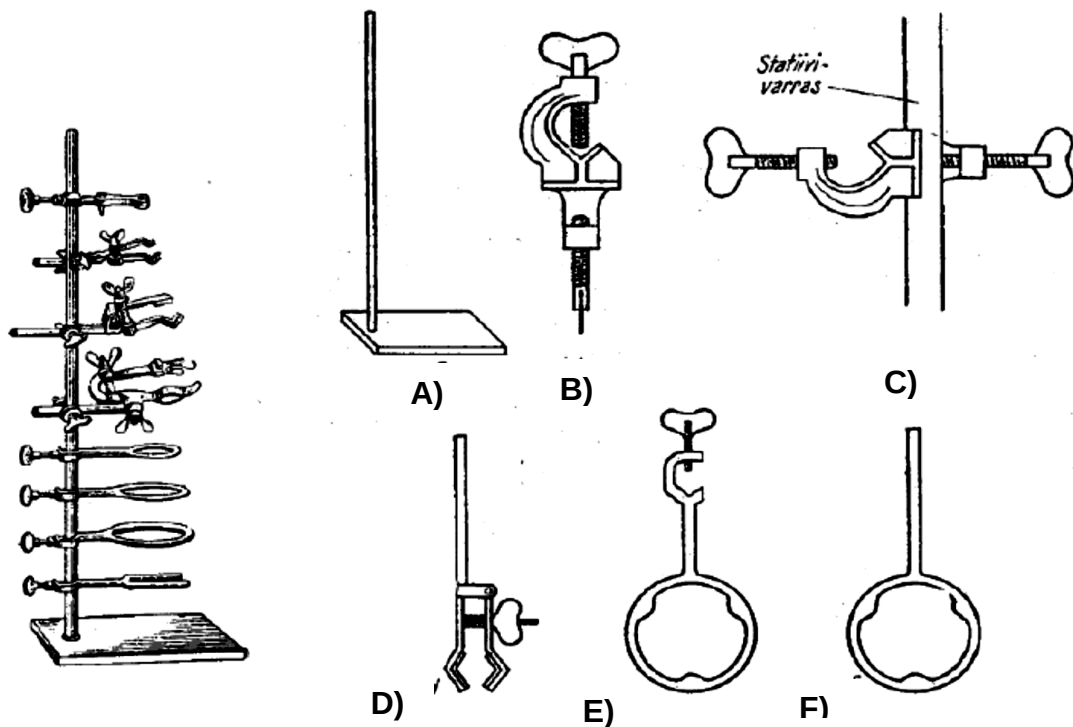
Joonis 22. Büchneri lehter. Joonisel A) on toodud Büchneri lehtri üldskeem ja joonisel B) Büchneri lehter reaalelus ning kinnitatuna kummikorgiga Bunseni kolvile.

8. Metallist vahendid

Laboratooriumistatiiv (

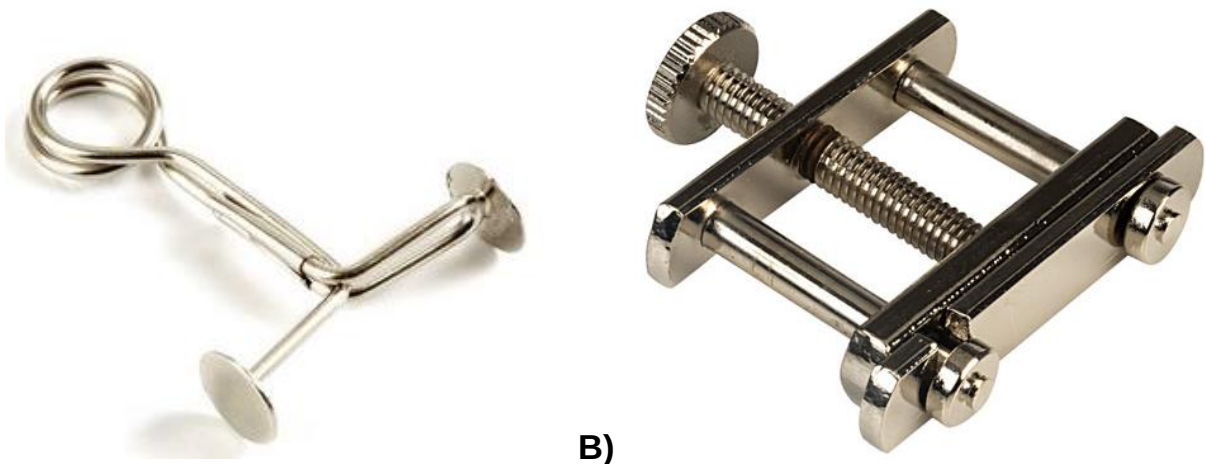
Joonis 23) võimaldab kinnitada katseseadmeid soovitud asendis. See on malmalusele püstloodselt kinnitatud terasvarras. **Ristmuhvi** abil kinnitatakse statiivivarda külge **klambrid** ja **rõngad**. Ristmuhv ise kinnitatakse statiivivarda külge nii, et muhvi avatud osa oleks pööratud ülesse. Suuri hargnevate harudega

klambreid nimetatakse **käppadeks**. Klambri harude siseküljed peavad olema vooderdatud pehme materjaliga (nahk, kumm, vilt, plastmass).



Joonis 23. Kompleksne statiiv ja selle juurde kuuluvad üksikosad. A) statiiv, B) ristmuhv, C) ristmuhvi asend statiivivardal, D) klamber, E) muhviga rõngas, F) rõngas.

Kummivoolikute sulgemiseks, voolikut läbiva vedeliku või gaasivoolu reguleerimiseks kasutatakse **näpitsaid ehk sulgureid** (Joonis 24). Kasutatakse kahte tüüpi sulgureid: kruvi- ehk Hofmanni ja vedru- ehk Mohri näpitsat. Hofmanni näpitsaga on voolu mugav reguleerida. Mohri näpitsaga töötamisel tuleb voolu reguleerida sõrmedega vajutades.



A)

B)

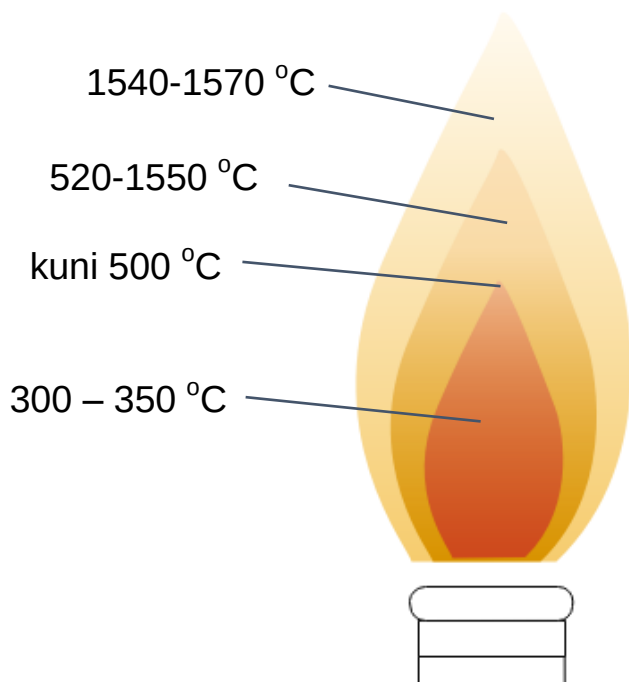
Joonis 24. Näpitsad ehk sulgurid. Joonisel A) on toodud Mohri näpits ja joonisel B) Hofmanni näpits.

Laboratoorsetel töodel tuleb sageli midagi soojendada või kuumutada. Kuna enamikes laborites on olemas maagaasi väljavõtt, siis kasutatakse selleks enamasti **gaasipõleteid**. Tänapäeval leiab rakendust **Bunseni põleti** ja **Teclu põleti** (Joonis 25), mis erinevad üksteisest õhu sisseandmise süsteemi poolest. **Bunseni** põletisse pääseb õhk segunemistoru allosas paiknevate avade kaudu ning õhuvoolu reguleeritakse muhvi abil, kuid **Teclu** põletisse pääseb õhk reguleerimisketta ja toru alumise koonilise osa vahel oleva ava kaudu. Vanasti kasutati laborites piirituslampe.



Joonis 25. Gaasipõletid. Joonisel A) on toodud Bunseni põleti ja joonisel B) Teclu põleti.

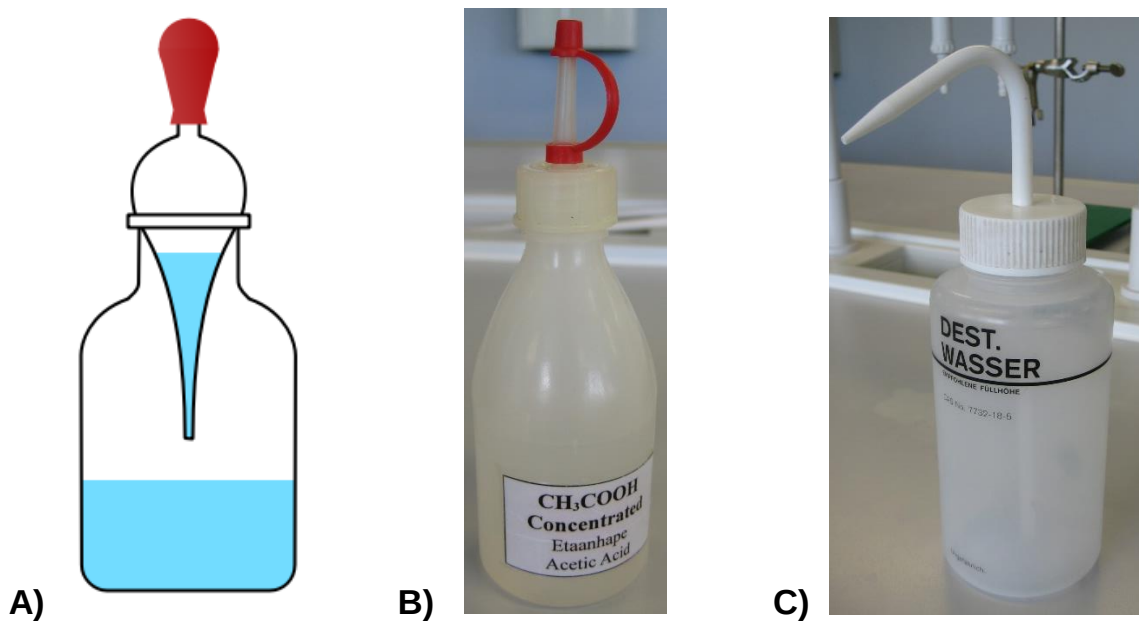
Gaasipõleti leek koosneb peamiselt kolmest erineva temperatuuriga osast (Joonis 26). Kõige välimine leegiosa on värvusetu, selles on hapniku vaba juurdepääs ja kõige kõrgem temperatuur ($1540 - 1570\text{ }^{\circ}\text{C}$). Minnes leegis sissepoole, on järgmises tsoonis leek natuke tumedam, mille põhjustavad hõõguvad süsinikuosakesed, kuna tegemist on mittetäieliku põlemisega (hapniku juurdepääs pole nii hea kui leegi välimises osas). Temperatuur jääb vahemikku $520 - 1550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kõige sisemises leegiosas toimub õhu ja gaasi segunemine ning see on sinaka tooniga. Temperatuur on seal kõige madalam, jäädes $300 - 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ juurde, ulatudes koonuse tipus kuni $500\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Joonis 26. Temperatuurid leegi erinevates osades.

9. Tilga- ja pesupudelid

Väikeste reaktiivikoguste hoidmiseks ja reaktsioonisegusse lisamisel kasutatakse **tilgapudeleid** (Joonis 27). Tilgapudel võib olla pipetiga varustatud väike kolvike või pudelike (10 - 50 ml). Pipeti ülemine ots on varustatud kummist otsikuga, teine ots on aga peeneks tõmmatud. Tänapäeval on muutunud populaarseks plastmassist peene avaga väikesed tilgapudelid.



Joonis 27. Tilga- ja pesupudelid. Joonisel A) on toodud klaasist pipetiga varustatud tilgapudel, joonisel B) plastikust tilgapudel ja joonisel C) pesupudel destilleeritud veega.

Pesupudelitena kasutatakse kaasajal aga enamasti plastmassist pudeleid (Joonis 27). Pesupudelites on enamasti destilleeritud või deioniseeritud vesi, kuid võib olla ka etanool või atsetoon. Neid kasutatakse sademete pesemiseks ja nõude loputamiseks.

10. Väikevahendid

Spaatleid kasutatakse pulbriliste või kristalliliste ainete võtmiseks, reaktiivipurgis kokkupaakunud aine tükeldamiseks või peenestamiseks ning tahke aine kättesaamiseks laborinõust (nt kui aine on jäänud nõu seinale) (

Joonis 28).

Spaatlid võivad olla väga erineva kujuga ning valmistatud nii metallist, klaasist kui ka portselanist.



Joonis 28. Erineva kujuga ning materjalist spaatlid.

Laborinõude sulgemiseks kasutatakse **korke** (Joonis 29). Korgid võivad olla väga erineva kuju ning suurusega ja valmistatud kas kummist, klaasist või plastmassist.



Joonis 29. Alates vasakult kummist, klaasist ja plastmassist korgis.

Klaaspulkasid kasutatakse vedelike segamisel ja kallamisel lehtrisse või filtrile (Joonis 30).

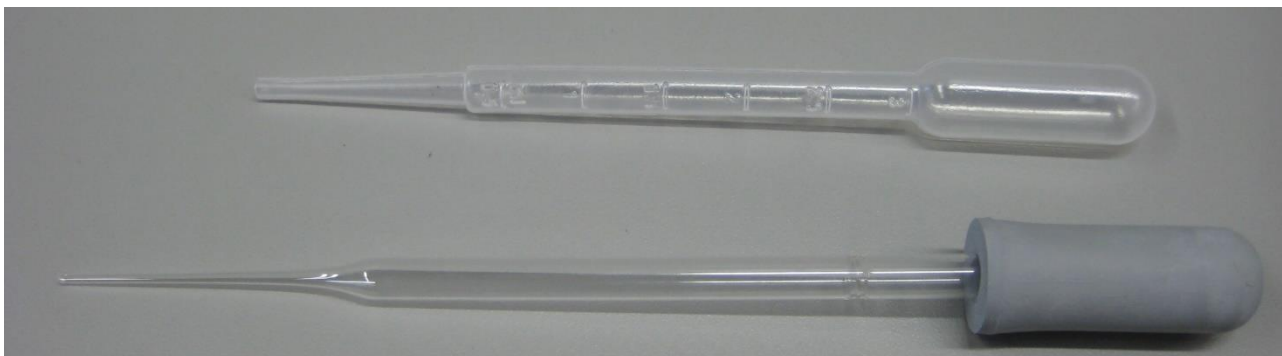


Joonis 30. Klaaspulgad.

Pasteuri pipett

Väikeste vedelikukoguste ülekandmiseks kasutatakse **Pasteuri pipette**, mis on tuntud ka kui tilgapipetid (Joonis 31). Need on tavaliselt klaasist või plastmassist valmistatud pipetid, mis on nime saanud prantsuse teadlase Louis Pasteur'i järgi, kes teadaolevalt kasutas analoogseid pipette väga intensiivselt oma teadustöös. Klaasist pipettidel peab vedeliku sisseimamiseks pipeti otsa kinnitama kummist või silikoonist sifooni ning need pipetid on mitmeid kordi kasutavad. Tänapäeval on

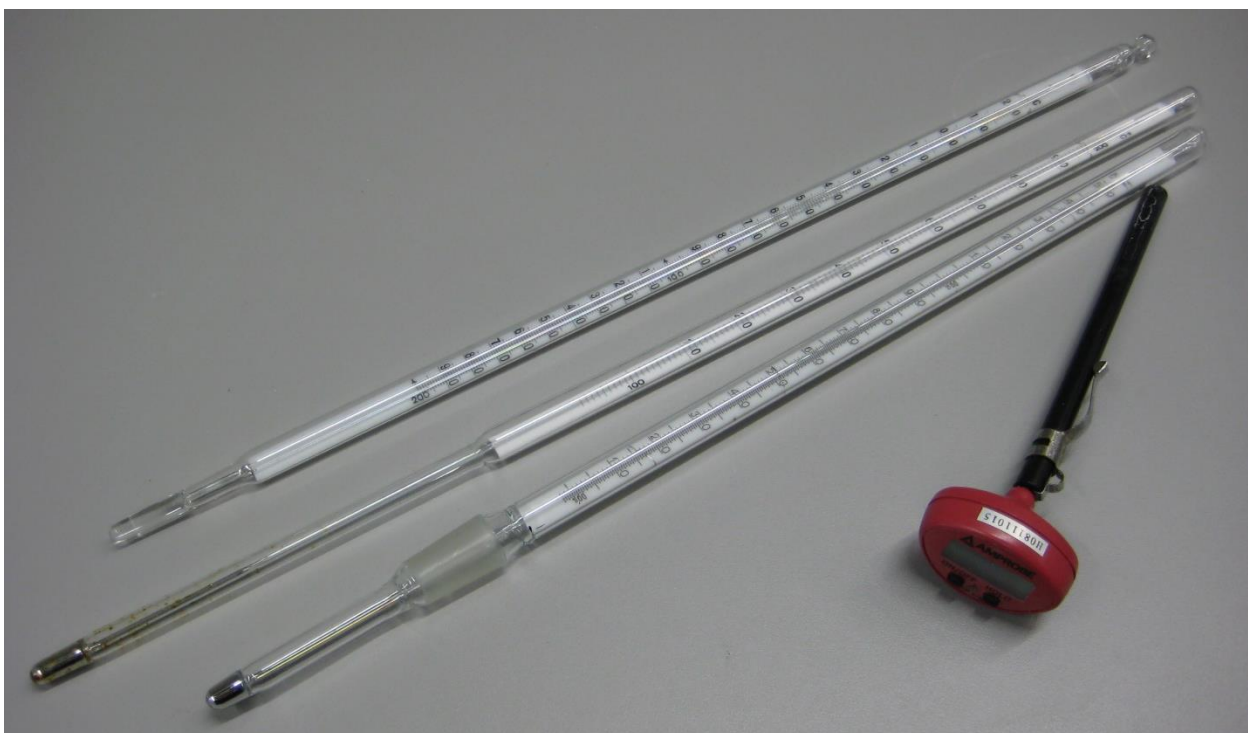
väga laialdases kasutuses plastmassist ühekordsed Pasteuri pipetid, mis on eriti olulised just bioloogilistes rakendustes, kus on oht nt saastamiseks ja saastatuse ülekandmiseks.



Joonis 31. Plastmassist (üleval) ja klaasist (all) Pasteuri pipett.

11. Termomeetrid

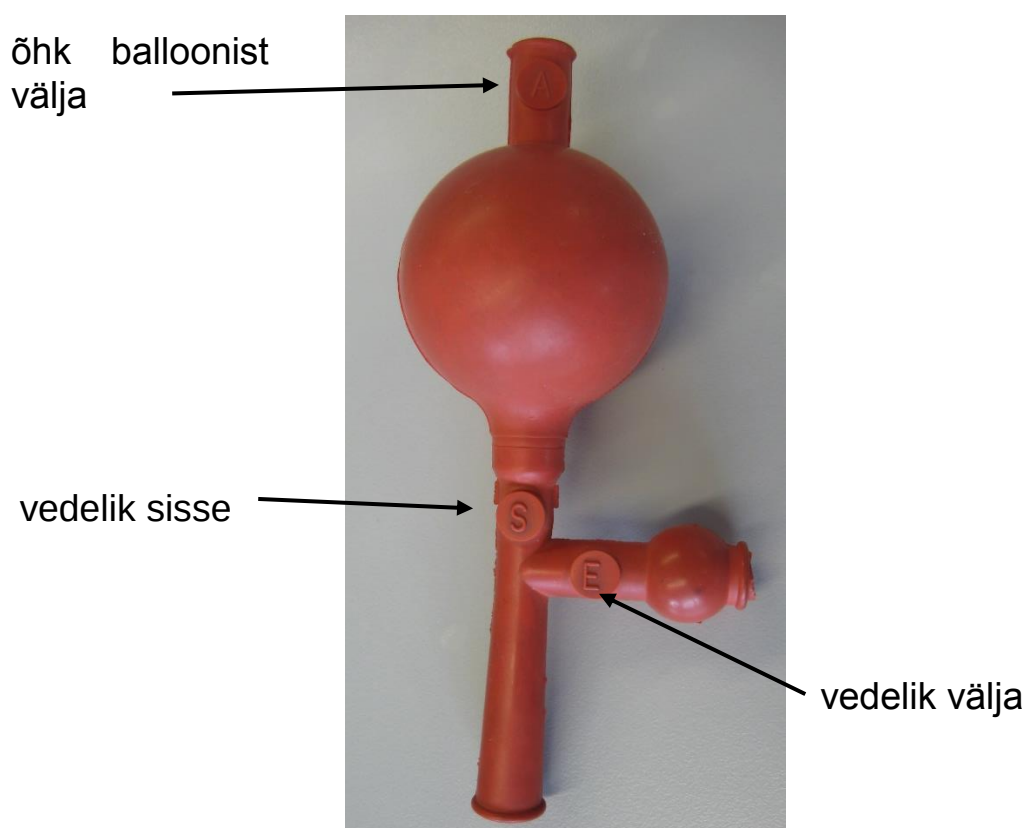
Vedelike ja aurude temperatuuri mõõtmiseks kasutatakse **termomeetreid** (Joonis 32). Tänapäeval on keelatud elavhõbeda termomeetrid ning selle asemel kasutatakse kas piiritus- või digitaaltermomeetreid.



Joonis 32. Termomeetrid.

12. Kummisifoon

Vedeliku sisseimamiseks pipetti kasutatakse **kummisifooni** (Joonis 33). Kummisifooni kinnitamisel pipetile ning äravõtmisel peab olema väga ettevaatlik, kuna pipetid on valmistatud õhukesest klaasist. Sifooniga opereerimiseks on sellel kolm klaaskuulikesega ja erinevate tähtedega varustatud kohta. Vedeliku sisseimamiseks peab esmalt ballooni osast õhu välja saama. Selleks tuleb all hoida tähega „A“ tähistatud osa ning samal ajal suruma ballooni õhu välja. Edasi tuleb vedeliku sisseimamiseks hoida alla kohta, mis tähistatud tähega „S“ (meeldejätmist lihtsustab „S“ nagu „SISSE“). Samal ajal peab olema ettevaatlik, et ei tõmbaks vedelikku kummisifooni sisse (saastatuse oht, rikub sifooni). Viimaks, et vedelikul lasta välja voolata, tuleb all hoida kohta, mis on tähistatud tähega „E“ (meeldejätmist lihtsustab „E“ nagu „EXIT“). Vedeliku sisseimamine pipetti suuga on tänapäeval rangelt keelatud!



Joonis 33. Kummisifoon koos kasutusõpetusega.

13. Laboriplastik

Tänapäeval kasutatakse laborites väga erinevaid ühekordseid plastikust **tsentrifuugituube** (Joonis 34). Enamasti varieeruvad nad ruumala vahemikus 0,5 – 50 ml, kusjuures sama mõõduga tuubidel võib-olla erinevast materjalist sisepind (nt madala sidumisvõimega tuubid valgulahustele või nukleiinhapetele). Väiksemaid, st 0,5 ml, 1,5 ml ja 2,0 ml tuube nimetatakse **mikrotsentrifuugituubideks**.



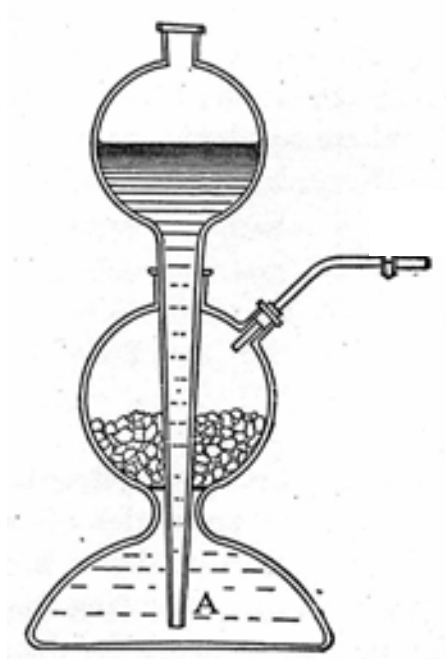
Joonis 34. Erinevad plastikust tsentrifuugituubid.

14. Kippi aparaat

Gaaside saamiseks kasutatakse laboratooriumis **Kippi aparaati** (Joonis 35). Kippi aparaadi keskmisesse ossa asetatakse tahke aine tükikesed, mille reaktsioonil happelahusega tekib gaasiline saadus. Kui kraan on keskmises osas suletud, surub tekkiv gaas happelahuse alumisest osast ülemisse ja reaktsioon lakkab. Kraani avamisel väljub gaas keskmisest osast, happe lahus oma raskuse mõjul surutakse keskmisesse ossa - reaktsioon algab uuesti.

Protsessi mõistmisele aitab kaasa järgnev videomaterjal:

https://www.youtube.com/watch?v=z7_DVACocMw

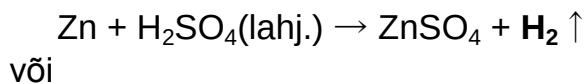


Joonis 35. Kippi aparaat.

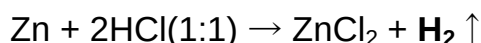
Kippi aparati saab kasutada juhul

- 1) kui reaktsioon ei ole tugevasti eksotermiline ega endotermiline (st reaktsiooni käigus ei tohi palju soojust eralduda ega neelduda);
- 2) kui reaktsioon toimub lahuse ja tahke aine vahel;
- 3) tahke aine peab olema kasutatav tükkide või graanulitena ning mittelahustuv.

H₂:



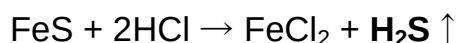
või



CO₂:



H₂S:

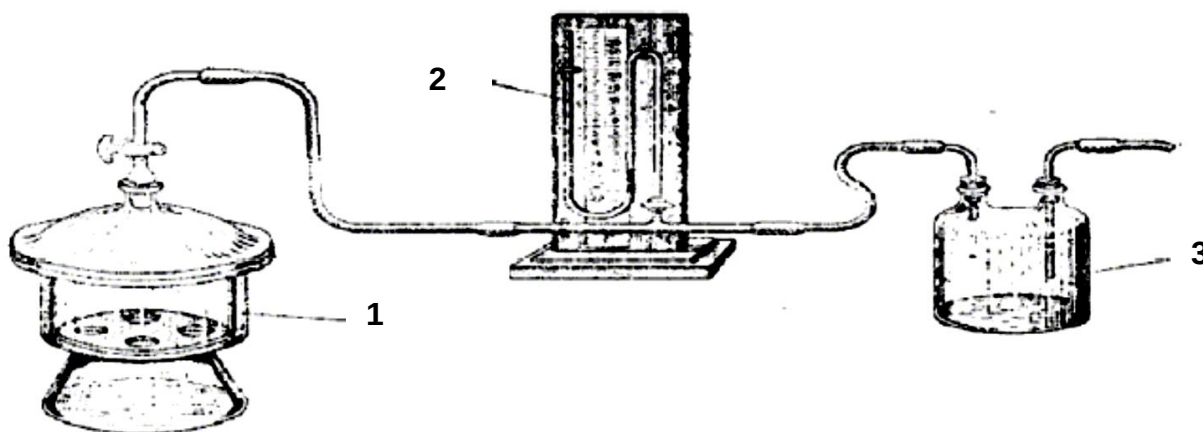


NO:



15. Huvitavat lugemist: eksikaatorid

Ainete aeglaseks kuivatamiseks või hügrokoopsete ainete hoidmiseks kasutatakse **eksikaatoreid** (Joonis 36). Need on paksuseinalised, kaanega hermeetiliselt suletavad nõud. Eksikaatori alumises osas on vett imav aine (CaCl₂, H₂SO₄, P₄O₁₀, SiO₂) ning selle kohal on portselanrestil lahtises nõus kuivatatav aine.



Joonis 36. Vaakumeksikaatori ühendusskeem. 1 – vaakumeksikaator, 2 – manomeeter, 3 – Woulfi pudel

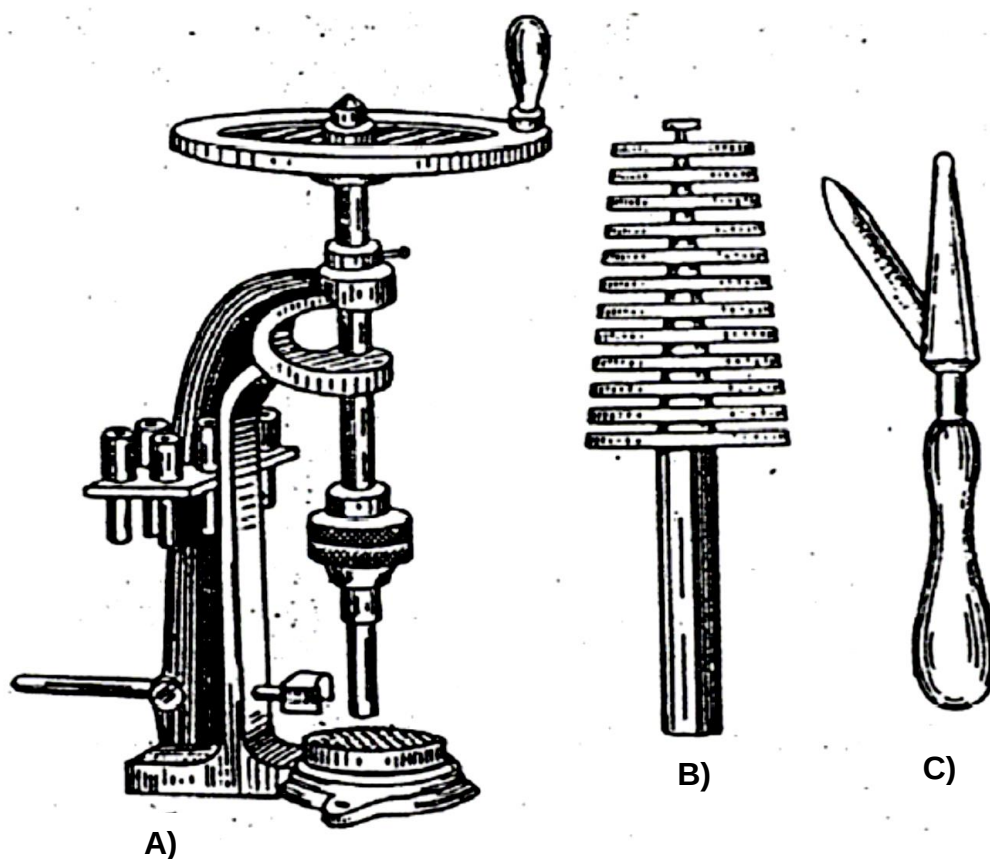
Kui vaakumeksikaatoriga töötatakse alandatud rõhul, ühendatakse ta manomeetriga; vaakumpumba ja seadme vahele asetatakse paksuseinaline vahepudel (**Woulfi pudel**) (Joonis 36), et vältida vee (õli) sattumist veejoapumbast filtraati.

16. Huvitavat lugemist: korgipuurid

Aukude puurimisel korki kasutati vanasti vändaga korgipuurimismasinat või korgipuuride komplekti käsitsi puurimiseks (Joonis 37). Käsipuuride komplekt koosneb üksteise sisse lükatavatest eri jämedusega torukujulistest puuridest. Puurid on metallist ja nende juurde kuulub ka korgipuuri teritaja.

Harilikku (s.o. korgipuu koorest) korki puuritakse tavaliselt kuiva puuriga, kummikorki aga märja (glütserooli ja vee seguga niisutatud) puuriga. Puur peab olema veidi peenem torust, mille jaoks auk puuritakse.

Augu puurimist alustatakse tüvikoonuselise korgi puhul alati peenemast otsast. Kork asetatakse mittemetallist (kumm, puit, plastmass) alusele. Puur asetatakse korgi keskele ja puurile kergelt rõhudes keeratakse ta korgi sisse. Seejuures tuleb jälgida, et puuri suund oleks kogu puurimise vältel risti korgi alusega.



Joonis 37. Korgipuurid. Joonisel A) on toodud korgipuurimismasin, joonisel B) korgipuuride komplekt ja joonisel C) korgipuuri teritaja.

Levinud meetodid ja aparatuur

1. Destilleerimine

Destilleerimine on väga laialdaselt levinud meetod nii laborites kui tööstuses, kus vedelik aurustatakse keetmisel ning sellele järgneb kondenseerimine vastuvõtjasse. Antud meetodiga on võimalik puhastada vedelate ainete segusid, kui eraldavatel komponentidel on erinev keemistemperatuur. Destillatsioonil on erinevaid alavorme, kusjuures järgnevalt vaatleme neist lähemalt kahte – lihtdestillatsiooni ja vaakumdestillatsiooni.

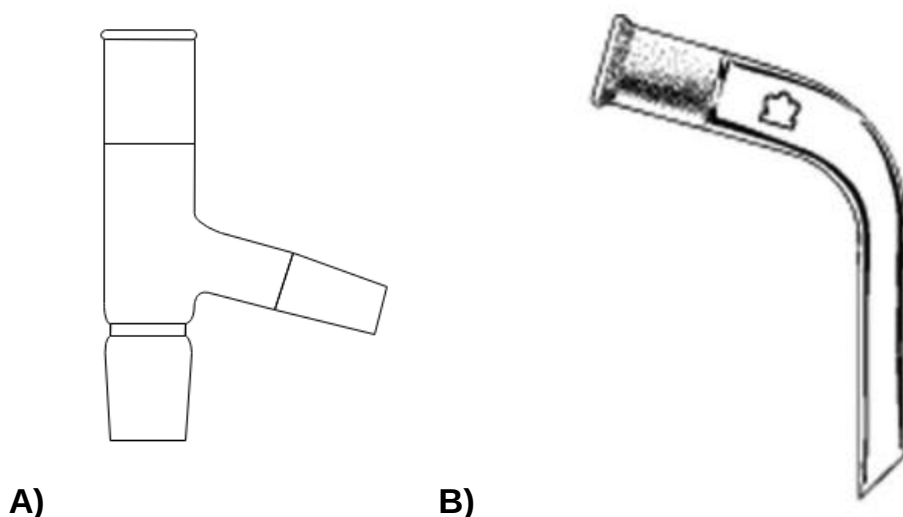
Lihtdestillatsiooniseadme ülesehitus on toodud Joonis 38. Antud meetodit saab kasutada, kui segu komponentide keemistemperatuuride erinevus on üsna suur (tavaliselt üle 100 °C).



Joonis 38. Lihtdestillatsiooniseadme skeem. Punase nooled pildil näitavad jahutusvee voolu suunda.

Destillatsioonikolbi, jahuti ja termomeetri ühendamiseks kasutatakse **destillatsiooni- ehk T-vahetükki**. Jahuti ühendamiseks vastuvõtjaga kasutatakse **allonži** (

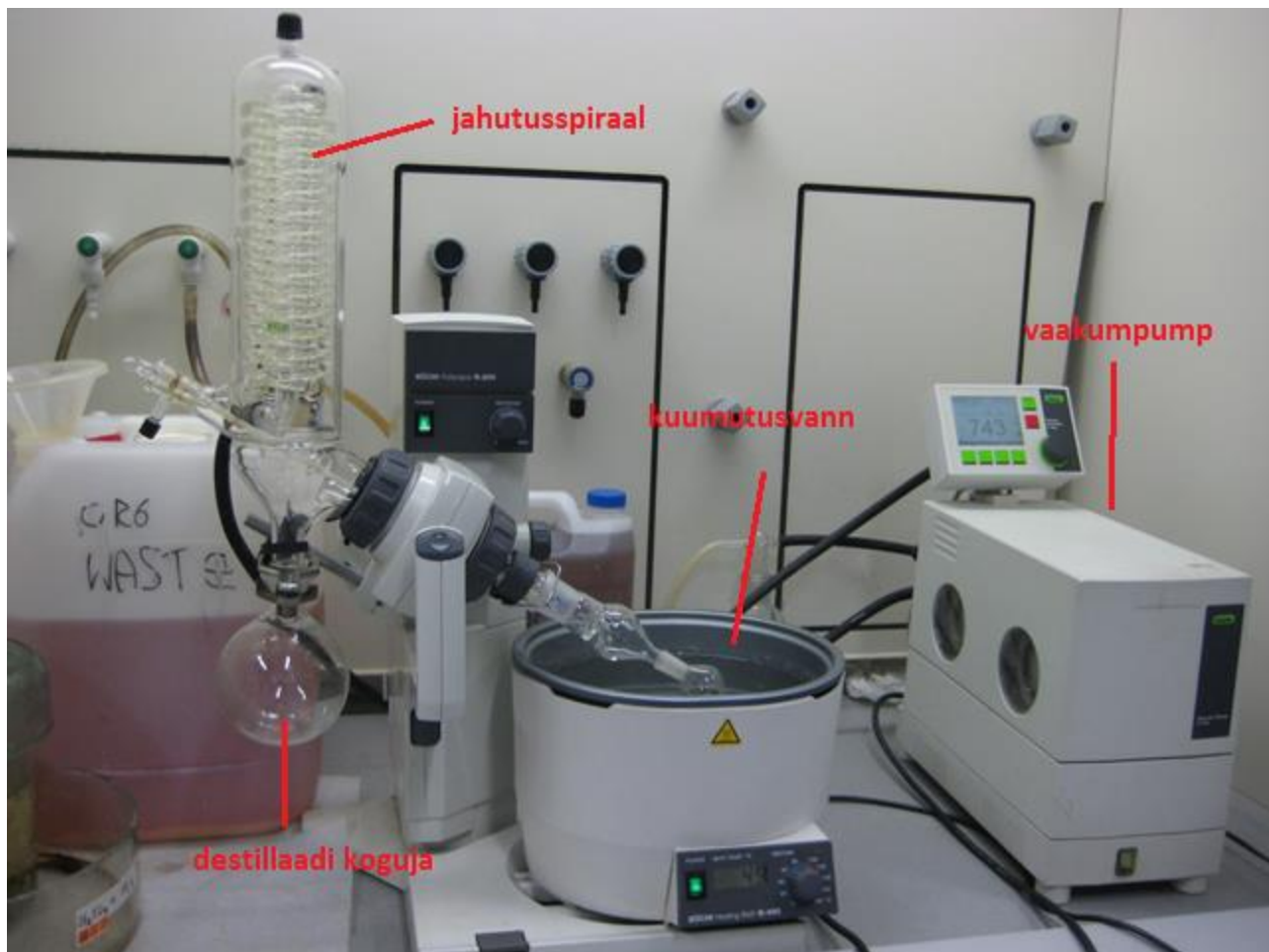
Joonis 39).



Joonis 39. Destillatsiooni- või T-vahetükk ja allonž. Joonisel A) on toodud destillatsiooni- või T-vahetükk ja joonisel B) allonž.

Vaakumdestillatsiooni kasutatakse kõrgel temperatuuril keevate vedelike puhul, mille korral normaالرõhul destilleerides on oht, et aine võib laguneda (rõhu alandamisega saab alandada vedelike keemistemperatuuri).

Vaakumdestillatsiooniks kasutatakse tänapäeval laborites rootoraurusteid (Joonis 40).



Joonis 40. Rootoraurusti ja selle põhiosad.

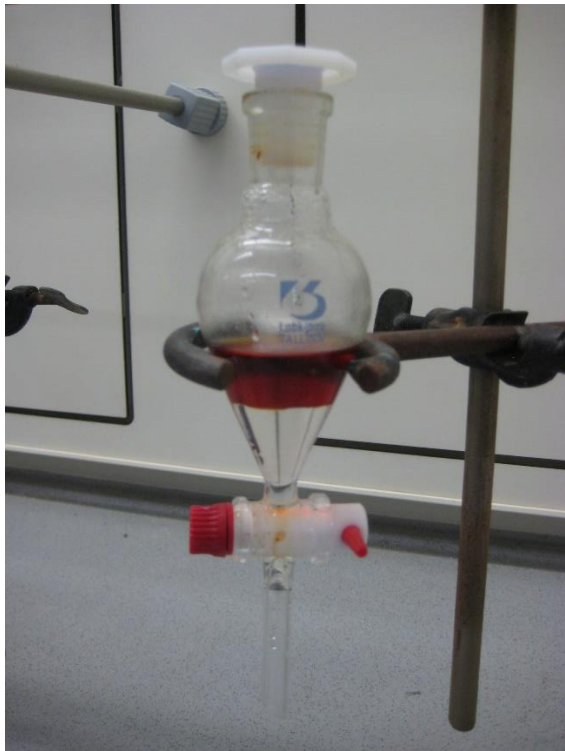
2. Jaotuslehtriга eraldamine

Jaotuslehtriга eraldamist kasutatakse kahe üksteisega mitteseguneva vedeliku üksteisest eraldamiseks. Suurema tihedusega vedelik moodustab jaotuslehtriга alumise kihi ning väiksema tihedusega vedelik ülemise kihi. Vedelikud valatakse lehtrisse, lehter suletakse korgiga ning loksutatakse õrnalt käes. Lenduvate vedelike puhul tuleb jaotuslehtrist ülerõhu väljalaskmiseks hoida lehter korraks asendis, kus väljalaske kraan on suunatud üles, avada kraan aurude väljalaskmiseks ning siis uuesti sulgeda. Seejärel paigutatakse jaotuslehter taas rõngale ning lastakse vedelikel teineteisest eralduda kuni tekib hästi nähtav piirpind kahe kihi vahel.

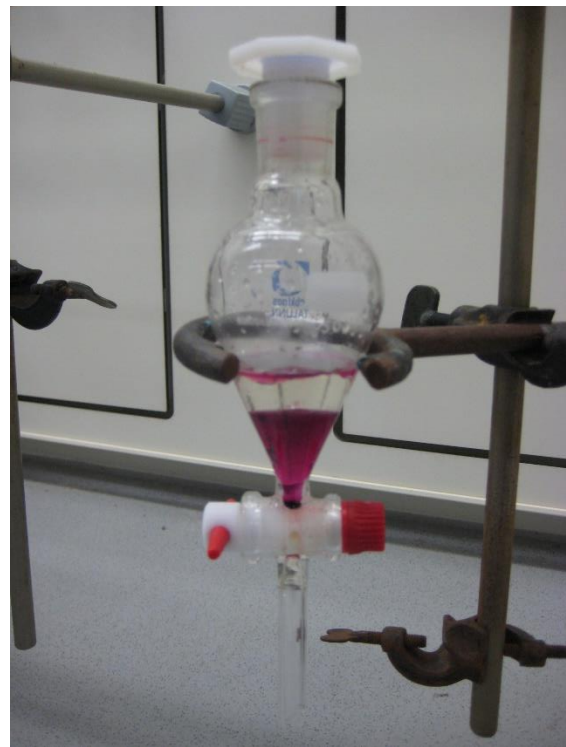
Näide: Joodi jaotumine dietüüleetri või kloroformi ja vee segus (Joonis 41).

Dietüüleeter ja vesi on üksteisega mittesegunevad vedelikud. Kuna dietüüleetri tihedus ($\rho=0,7134 \text{ g/cm}^3$) on väiksem kui vee tihedus ($\rho=1,000 \text{ g/cm}^3$), on dietüüleetri kiht ülemine ja vee kiht alumine. Värv järgi on näha, et antud solventide korral lahustub jood paremini dietüüleetris.

Kloroform ja vesi on samuti üksteisega mittesegunevad vedelikud. Kuna kloroformi tihedus ($\rho=1,489 \text{ g/cm}^3$) on suurem kui vee tihedus ($\rho=1,000 \text{ g/cm}^3$), on kloroformi kiht alumine ja vee kiht ülemine. Antud juhul on joodi lahustuvus parem kloroformis kui vees (värviline kiht alumine).



A)



C)



B)



D)

Joonis 41. Joodi jaotumine dietüüleetri või kloroformi ja vee segus. Joonisel A) ja B) on toodud dietüüleetri ja vee jaotumine ning joonisel C) ja D) kloroformi ja vee jaotumine.

3. Aurustamine

Aurustamist kasutatakse tahke aine kuivatamiseks või lahustunud aine kättesaamiseks lahusest solvendi aurustamise teel. Sageli teostatakse portselankausi kuumutamisel gaasipõleti leegis.

4. Filtreerimine

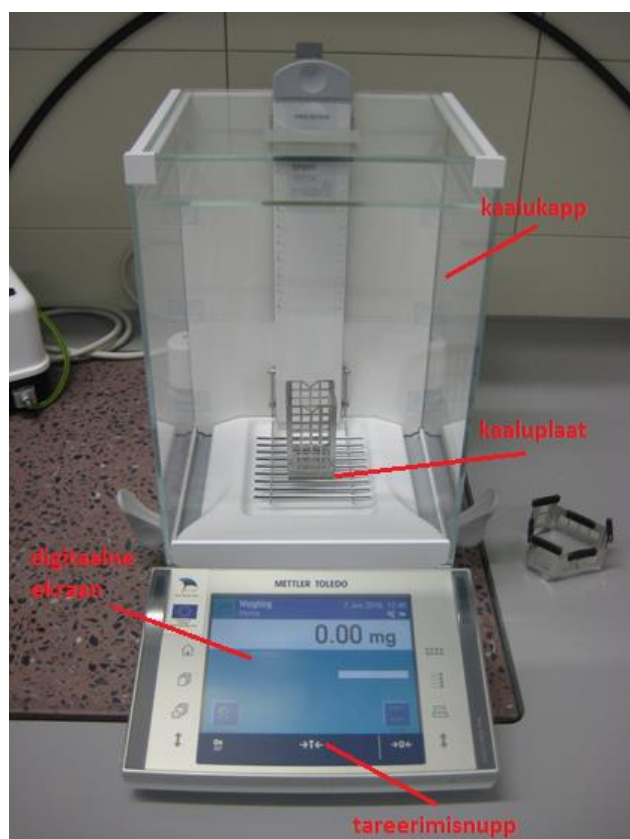
Filtreerimine ehk filtratsioon on ainete lahutamise meetod, mille käigus eraldatakse filtri (poorne materjal/kiht, nt filterpaber) abil vedelikust või gaasist mittelahustuv aine ning saadakse filtraat.

Tavarõhul ning alandatud rõhul filtreerimist selgitavad videod, mis on leitavad järgmisel aadressil:

http://www.chemicum.com/?meny=Segude_lahutamine&lan=EE

5. Analüütilised kaalud ja kaalumine

Laboritest kasutatakse väiksemate ainekoguste väga täpseks kaalumiseks analüütilisi kaale, mille lugemi saab võtta tavaliselt täpsusega 0,0001 g ehk 0,1 mg (Joonis 42). Analüütiline kaal peab olema paigutatud tugevale ja tasasele ning vibratsioonist võimalikult sõltumatule pinnale, kuna isegi inimeste liikumine või tuuletõmme võib mõjutada kaalu näidu triivimist.



Joonis 42. Analüütiline kaal.

Analüütilist kaalu kasutades peab meeles pidama, et aineid kaalutakse anumask (taara), mitte otse kaaluplaadil. Samuti ei tohi ainet kaalumiseks juurde lisada ajal, kui anum paikneb kaaluplaadil (juurdelisamise ajaks tuleb anum kaaluplaadilt lauale tõsta). Kaalumise käigus pean anuma paigutama võimalikult kaaluplaadi keskele ning alati jälgima, et anum pole väljapoolt millegagi koos, et mitte määrada kaaluplaati.

Ohupiktogrammid

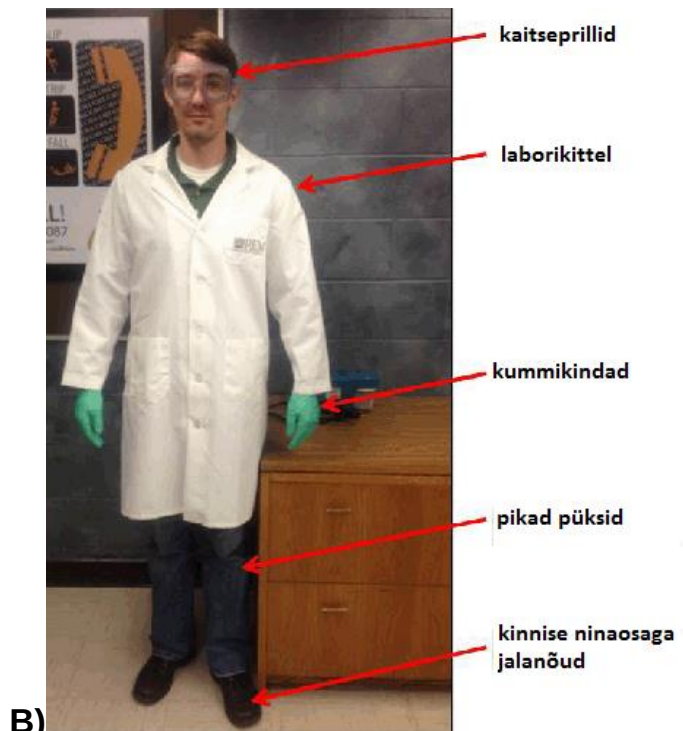
Alates 2009. aastast võeti koos Euroopa Liidu klassifitseerimise, märgistamise ja pakendamise (CLP) määrusega kasutusele uued rombikujulised ohupiktogrammid. Ohupiktogrammid näitavad ohtliku aine või segu kasutamisega või kokkupuutega kaasneva võimaliku ohu iseloomu. Ohupiktogrammidele lisatakse tunnussõnad, ohulaused ja hoiatuslause.

Ohupiktogrammid ja nende selgitused saab leida Euroopa Kemikaaliameti kodulehelt:

[https://echa.europa.eu/documents/10162/2621167/eu-
osha_chemical_hazard_pictograms_leaflet_et.pdf](https://echa.europa.eu/documents/10162/2621167/eu-
osha_chemical_hazard_pictograms_leaflet_et.pdf)

Üldist ohutustehnikat laboris töötamisel

- Laboris peab töökoha hoidma puhas ja korras ning töötama peab läbimõeldult ning katsed tuleb teostada vastavalt juhisele.
- Kontsentreeritud hapete ja alustega ning mürgiste, tugevasti lõhnavate ja limaskesti ärritavate ainetega tuleb töötada tõmbekapis (Joonis 43).



A) **B)**
Joonis 43. Tõmbekapp ja isikukaitsevahendid.

- Isikukaitsevahenditena peab laboris alati kandma laborikitlit, kaitseprille ja söövitavate ning ohtlike ainetega (samuti bioloogiliste proovidega) töötamisel kummikindaid (Joonis 43).

- Gaasiga töötamisel peavad olema juuksed kinni seotud ning leegi lähedal ei tohi olla kergesti süttivaid aineid.
- Happe lahjendamisel tuleb hapet valada peene joana vette, kuna happe segunemine veega on tugevalt eksotermiline protsess ning happe tihedus on vee omast suurem (vajub valades põhja). Vee lisamisel happesse jääb vesi väiksema tiheduse tõttu happe pinnale ning võib kuumenemise tulemusena anumast välja pritsida.
- Katseklaasi kuumutamisel tuleb katseklaasi näpitsad kinnitada ava lähedusse ning kuumutama peab katseklaasi põhja. Katseklaasi peab hoidma väikese nurga all ning suunama ava endast ja kaastöötajatest eemale (Joonis 44).



Joonis 44. Katseklaasi kuumutamine.

Kasutatud kirjanduse loetelu:

Heiner, H.; Tamm, K. *Töid keemiaringis: Käsiraamat õpilastele*. Valgus: Tallinn, 1974.

Piltide allikad:

- http://upload2.evocdn.co.uk/edulab/uploads/prod_img/2_5597_s_v1.jpg
- http://education.scichem.com/ProductImages/ProductDetailEnlarge/Tth020010_DetailEnlarge.jpg
- <http://3.imimg.com/data3/PE/IF/MY-736803/test-tube-holder-500x500.jpg>
- http://nobel.scas.bcit.ca/chem0010/unit1/instrumentLimits/images/volume_buret.gif
- <http://www.ypo.co.uk/~media/664C56216D784FF2BD92ADCD125412FC.asx?as=0&h=480&w=480>
- <http://static.rapidonline.com/catalogueimages/Product/S52-2120P01WL.jpg>
- <http://static.rapidonline.com/catalogueimages/Module/M066643P01WL.jpg>
- <http://profilab24.com/media/image/product/10275/md/bochem-teclu-burner-with-needle-valve-din-30665.jpg>
- http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/3311/3390507/imag0406/AAAUA_VI0.JPG
- <http://www.capitolscientific.com/core/media/media.nl?id=462937&c=1250437&h=992f85d4da48fe382f55>
- <https://www.purdue.edu/ehps/rem/safety/graphics/labppe.gif>