

TARTU ÜLIKOOL  
TEADUSKOOL

**ETTEVALMISTUS KEEMIAOLÜMPIAADIKS**

**LABORATOORIUMIS KASUTATAVAD VAHENDID**

Aksel Koorits

Õppevahend TK õpilastele

## Laboratooriumis kasutatavad vahendid

Laboratooriumis kasutatavaid vahendeid võib jaotada gruppidesse kahe põhimõtte alusel:

- kasutuse eesmärk
- materjal, millest vahend on valmistatud.

Kasutuse eesmärgi järgi jagatakse vahendid

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

Materjali järgi jagunevad vahendid vastavalt sellele, millest need on valmistatud (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.

Alljärgnevalt vaatleme lühidalt laboratooriumis enamkasutatavaid vahendeid.

**1. Katseklaasid** (joon.1) on kitsad silindrilised ümara põhjaga klaasnõud. Katseklaasid on kas tavalised või gradueeritud. Nendes võib läbi viia mitmesuguseid reaktsioone. Samuti võib katseklaasis aineid (lahuseid, vedelikke, tahkeid aineid) soojendada või keeta. Keskmise suurusega katseklaasi  $\varnothing$  on ~15 mm, pikkus 120-150 mm, maht ~20 ml. Reaktsioonide läbiviimisel valatakse katseklaasi ainet (lahust) mitte rohkem kui 1/3 ruumalast (erandjuhul kuni 1/2 ruumalast).

Kuumutamisel kasutatakse katseklaaside hoidmiseks **katseklaasihoidjat** (joon.2). See on kas puidust või metallist (viimasel juhul puidust käepidemega) spetsiaalne näpitsakujuline hoidja.

**2. Keeduklaasid** (joon.3) on õhukeseseinalised lamedapõhjalised silindrilised klaasnõud, mida kasutatakse reaktsioonide läbiviimisel, vedelike soojendamiseks ja keetmiseks ning filtraadi kogumiseks. Keeduklaasi tohib kuumutada ainult asbestvõrgul. Kuumutamine lahtisel leegil või elektripliidil ilma asbestvõrguta on keelatud. Keeduklaasid on kas tavalised või gradueeritud, mahuga 25 - 2000 ml.

**3. Kolvid** (joon.4) on õhukeseseinalised mitmesuguse kujuga klaasnõud. Neid kasutatakse suuremate vedelikuhulkadega töötamisel. Kolvi maht võib olla alates 25 ml kuni mitme liitrini.

**Kooniline e. Erlenmeyeri** kolb on kooniline lamedapõhjaline ja õhukeseseinaline. Teda kasutatakse ainete lahustamiseks ja sadestamiseks, vedelike soojendamiseks ja keetmiseks. Sarnaselt keeduklaasiga ei tohi ka koonilist kolbi kuumutada lahtisel leegil, vaid ainult asbestvõrgul.

**Seisukolvid** on lamedapõhjalised, ümara kuju ja suhteliselt pika kaelaga. Kasutatakse üldiselt samadel eesmärkidel kui koonilisi kolbe. Ka kasutusreeglid on samad.

Peale selle, kasutatakse seisukolbe ka **pesupudelite** valmistamiseks (joon. 5). Pesupudelites on destilleeritud vesi ja neid kasutatakse sademete pesemiseks ja nõude loputamiseks destilleeritud veega. Pesupudelitena kasutatakse kaasajal aga enamasti plastmassist pudeleid.

Õhukeseseinalised on ka mitmed spetsiaalsed kolvid.

**Ümarkolbe** (joon.6) kasutatakse destilleerimisel ja sünteeside teostamisel. Need on ümarapõhjalised ja samuti õhukeseseinalised. Ka neid ei tohi kuumutada lahtisel leegil. Mahult on need alates 25 ml kuni mitme liitrini. Nende asetamiseks lauale kasutatakse spetsiaalseid puidust aluseid.

Destilleerimisel kasutatakse spetsiaalseid selleks otstarbeks valmistatud kolbe nagu **Wurtzi kolb** ja **Clayseni kolb** (joon.7, a ja b). Paksuseinalistest kolbidest leiab kasutamist **Bunseni kolb** (joon.7, c), mida kasutatakse filtreerimisel alandatud rõhul.

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

Kui on tarvis filtreerida agressiivseid vedelikke (kontsentreeritud happed, kaaliumpermanganaadi lahus jt.), kasutatakse selleks **klaasfiltrit e. nutši** (joon. 9). See on lehtrikujuline nõu, mille laiema 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. Nutše kasutatakse vaakumfiltreerimisel, kinnitades neid korgiga Bunseni kolvile.

Spetsiaallehtritest tuleb kõigepealt märkida **jaotuslehtreid** (joon.10, a). Neid kasutatakse mittesegunevate vedelike (näit. õli - vesi) eraldamiseks.

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

**5.** Väikeste reaktiivkoguste hoidmiseks ja reaktsioonisegusse lisamisel kasutatakse **tilgapudeleid** (joon.11). Tilgapudel on pipetiga varustatud väike kolvike või pudelike (10 - 50 ml). Pipeti ülemine ots on varustatud kummist otsikuga, teine ots on aga peeneks tõmmatud.

**6.** Aurude jahutamiseks ja kondenseerimiseks kasutatakse **jahuteid** (joon.12.). Kui kondenseerunud vedelik juhitakse vastuvõtjasse, siis kasutatakse nn. **Liebigi jahuteid**. Kondensaadi suunamisel tagasi reaktsioonisegusse kasutatakse **püstjahuteid** (joon.12, b ja c) (kuul- või spiraaljahutit). Jahuti ühendamiseks vastuvõtjaga kasutatakse **allonži**.

### **7. Eksikaatorid.**

Ainete aeglaseks kuivatamiseks või hügrokoopsete ainete hoidmiseks kasutatakse **eksikaatoreid** (joon.13). Need on paksuseinalised, kaanega hermeetiliselt suletavad nõud. Eksikaatori alumises osas on vett imav aine ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ , silikageel) ning selle kohal on portselanrestil lahtises nõus kuivatatav aine.

Kui vaakumeksikaatoriga töötatakse alandatud rõhul, ühendatakse ta manomeetriga; vaakumpumba ja seadme vahele asetatakse paksuseinaline vahepudel (**Woulfi pudel**) (joon. 14), et vältida vee (õli) sattumist veejoapumbast filtraati.

### **8. Portsolanist vahendid.**

Vedelike (lahuste) aurustamiseks ja soojendamiseks, samuti ainete kuumutamiseks kasutatakse **portselankausse** (joon.15). Portselankausi võib kuumutada ainult asbestvõrgul, kinnise spiraaliga elektripliidil või liivavannil.

Ainete peenestamiseks kasutatakse **uhmreid**. Aine peenestamine toimub nuiaga hõõrudes.

Filtreerimiseks alandatud rõhul kasutatakse **Büchneri lehtrit** (joon.16). See lehter kinnitatakse kummikorgi abil Bunseni kolvile. Vaheplaadile asetatakse tihedast filterpaberist ketas, mida niisutatakse filtreeritava vedelikuga. Seejärel tekitatakse Bunseni kolvis hõrendus ning filtreeritav vedelik valatakse osade kaupa filtrile.

**9.** Ainete kaalumiseks kasutatakse **kaaluklaase** (joon.17). Need on õhukeseseinalised lamedapõhjalised ja kaanega suletavad klaasikesed.

**10.** Gaaside saamiseks kasutatakse laboratooriumis **Kippi aparati** (joon. 18). Kippi aparadi 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.

### **11. Mõõtevahendid.**

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

**Mensuurid** (joon.19, a) on koonilised gradueeritud klaasnõud vedeliku hulga ligikaudseks mõõtmiseks. Tavaliselt on nad suurusega 50 - 1000 ml.

Mõnevõrra täpsemaks mõõtmiseks kasutatakse **mõõtesilindreid** (joon.19, b). Need on silindrilised gradueeritud klaasnõud, mille suurused varieeruvad laias vahemikus (5 - 2000 ml).

**Mõõtekolvid** (joon.20) on pika peene kaelaga õhukeseseinalised seisukolvid. Nende kaela ümbritseb mahumärki tähistav kriips, milleni täidetud kolb vastab oma nimiväärtusele s.o. kolvile märgitud mahule milliliitrites. Mõõtekolbi ei tohi kuumutada ega ka kõrgel temperatuuril kuivatada.

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

1) **mahtpipetid e. Mohri pipetid** (joon.21, a). 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.

2) **mõõtepipetid** (joon.21, b) on silindrilised gradueeritud torud, millega saab mõõta vedeliku mistahes ruumala gradueeritud osa piirides.

**Büretid** (joon.22) on ette nähtud vedeliku ruumalade täpseks mõõtmiseks. Need on gradueeritud klaastorud, mille alumine peenem osa on suletud kas kraaniga või kummivooliku sees oleva klaaskuulikesega.

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

Lugemi võtmisel büretilt ja pipetiga mõõtmisel peab vahendil olev märk olema nivoo fikseerimisel operaatori silmaga samal tasapinnal (joon. 23). Selle tingimuse eiramine võib põhjustada märgatava vea.

Samuti näete jooniselt 23., kuidas tuleb pipetti käes hoida ning millise näpuga suletakse mõõtmisel pipeti ülemine ots.

## 12. Metallist vahendid.

Laboratoorsetel töödel tuleb sageli midagi soojendada või kuumutada. Selleks kasutatakse **gaasipõleteid** (joon.24).

**Laboratooriumistatiiv** (joon.26) võimaldab kinnitada katseseadmeid soovitud asendis. See on malmalusele püstloodselt kinnitatud terasvarras.

**Ristmuhvi** abil kinnitatakse statiivivarda külge **klambrid** ja **rõngad**. Ristmuhvise kinnitatakse statiivivarda külge nii, et muhvi avatud osa oleks pööratud ülesse (joon 26, c). Suuri hargnevate harudega klambreid nimetatakse ka **käppadeks**. Klambri harude siseküljed peavad olema vooderdatud pehme materjaliga (nahk, kumm, vilt, plastmass). Joonisel 26. on kujutatud kompleksset statiivi ja selle juurde kuuluvaid üksikosi.

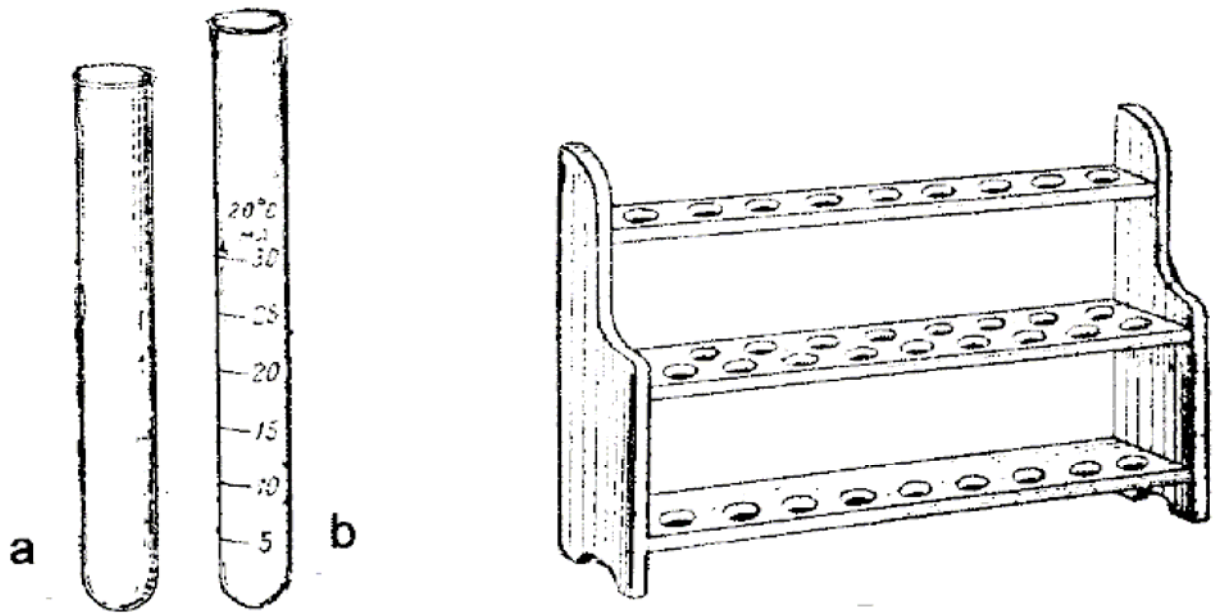
Kummivoolikute sulgemiseks, voolikut läbiva vedeliku või gaasivoolu reguleerimiseks kasutatakse **näpitsaid e. sulgureid** (joon.27). Kasutatakse kahte tüüpi sulgureid: kruvi- e. Hofmanni ja vedru- e. Mohri näpitsat. Hofmanni näpitsaga on voolu mugav reguleerida. Mohri näpitsaga töötamisel tuleb voolu reguleerida sõrmedega vajutades.

Aukude puurimisel korki kasutatakse vändaga **korgipuurimismasinat** või **korgipuuride komplekti** käsitsi puurimiseks (joon.28). Käsipuuride komplekt koosneb üksteise sisse lükatavatest eri jämedusega torukujulistest puuridest. Puurid on metallist ja nende juurde kuulub ka korgipuuriteritaja.

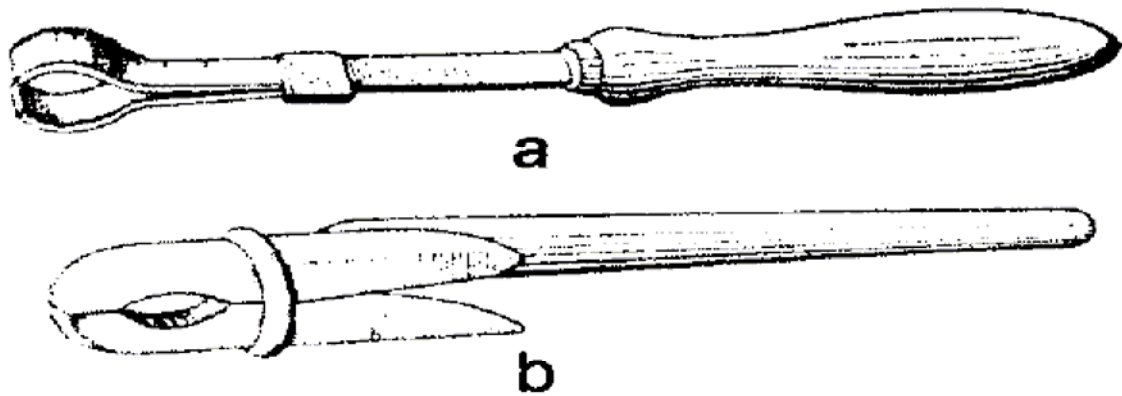
Harilikku (s.o. korgipuu koorest) korki puuritakse tavaliselt kuiva puuriga, kummikorki aga märja (propaantrioli ja vee seguga) puuriga. Puur peab olema veidi peenem torust, mille jaoks auk puuritakse.

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.

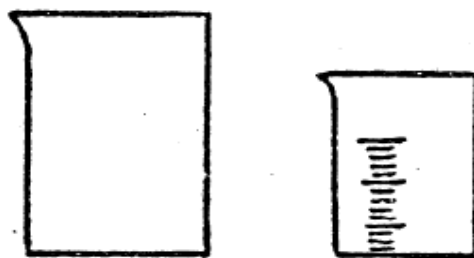
## Joonised



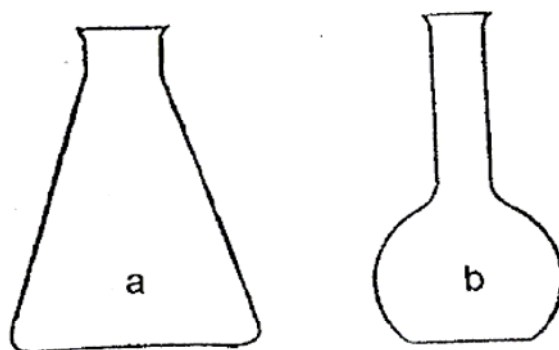
Joon.1. Katseklaasid ja statiiv  
a - tavaline katseklaas; b - gradueeritud katseklaas



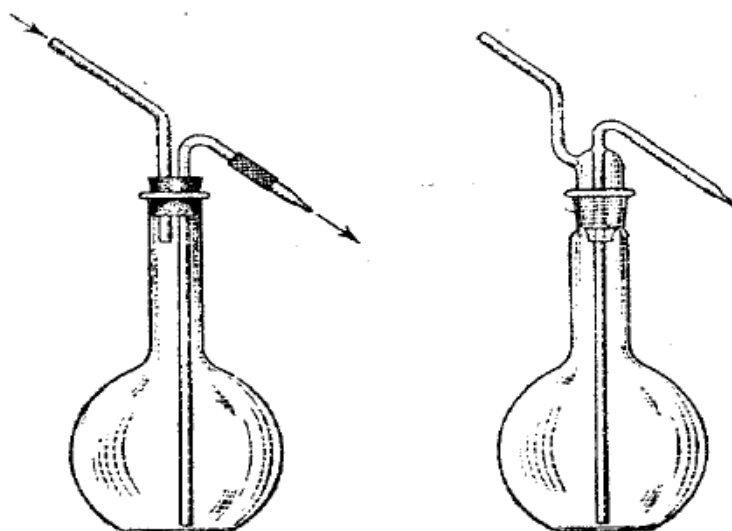
Joon. 2. Katseklaasihoidja.



Joon. 3. Keeduklaasid  
a - metallist; b - puidust.

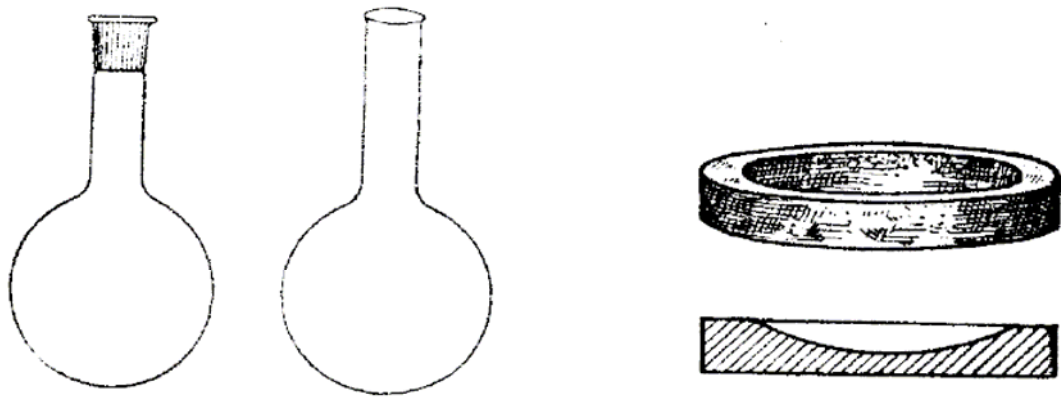


Joon. 4. Kolvid: a-kooniline e. Erlenmeyeri  
b - ümardpõhiline.

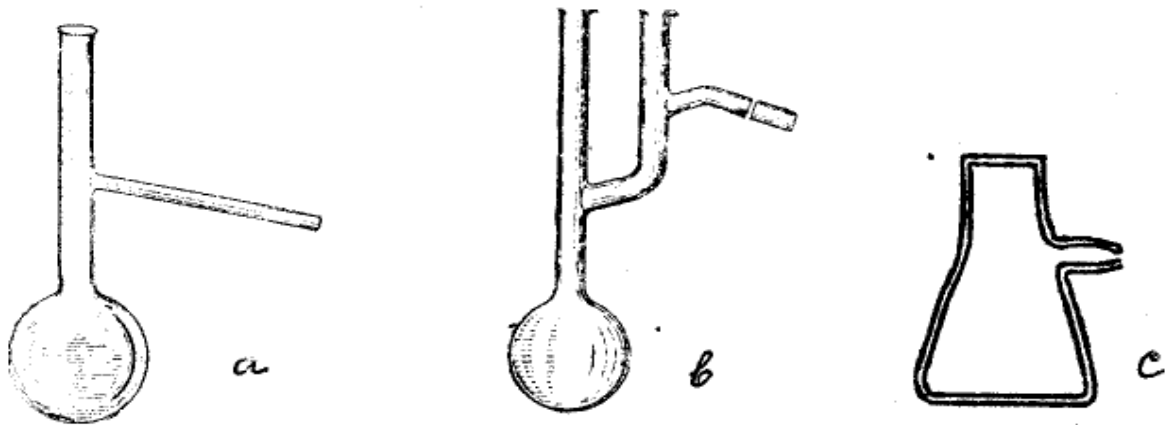


Joon. 5. Pesupudelid  
a - tilgipudel; b - tagasiühenduskolb

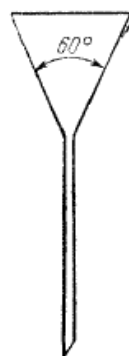




Joon. 6. Ümarkolb ja alus

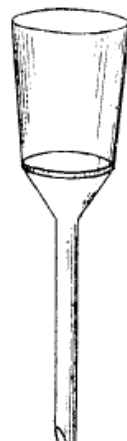


Joon.7. Spetsiaalkolvid: a - destillatsiooni- e. Wurtzi kolb;  
b - Clayseni kolb; c - imikolb e. Bunseni kolb



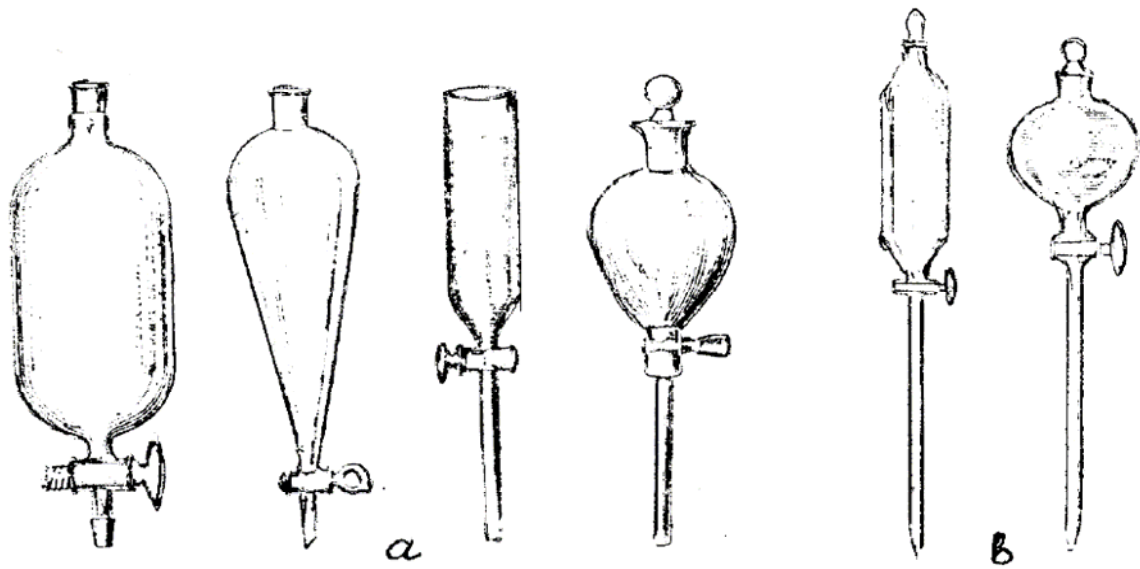
Lehter

Joon.8. Lehter

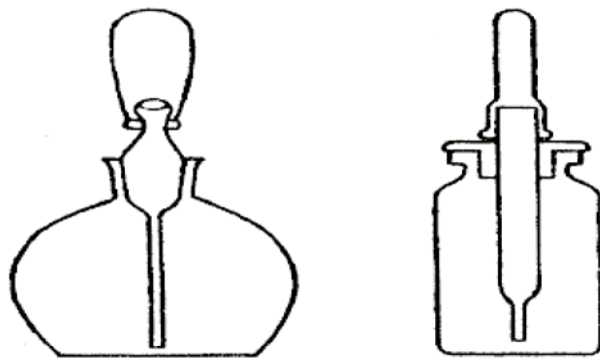


Nutš

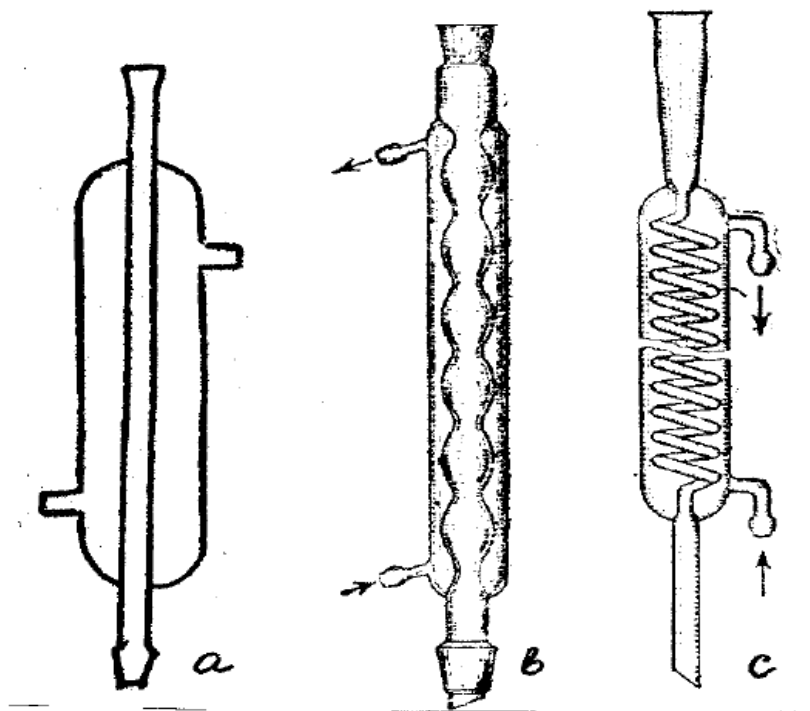
Joon.9. Nutš



Joon.10. Spetsiaallehtrid  
a - jaotuslehtrid; b - tilgalehtrid



Joon.11. Tilgapudelid



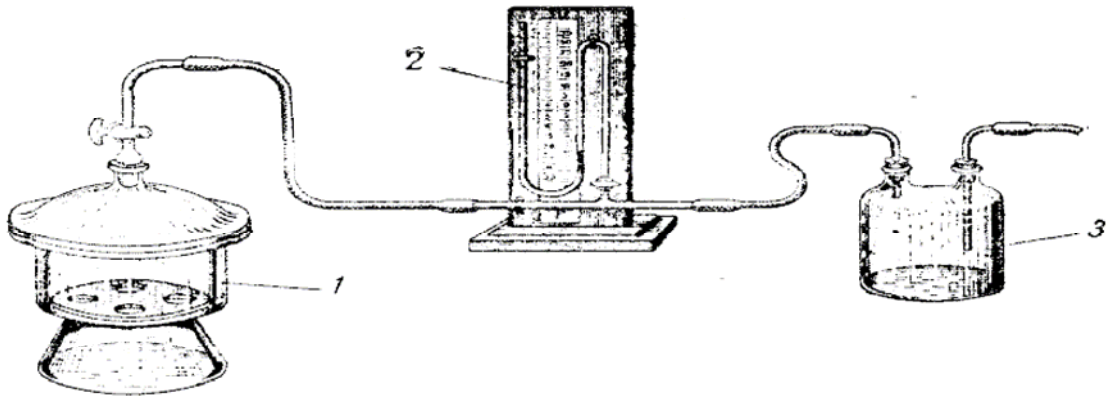
Joon.12. Jahutid

a - Liebigi jahuti; b - kuuljahuti; c - spiraaljahuti

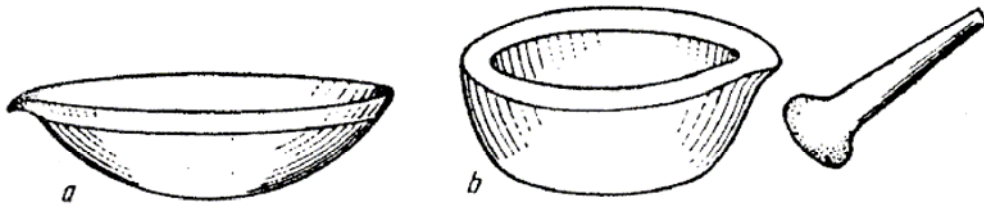


Joon.13. Eksikaatorid

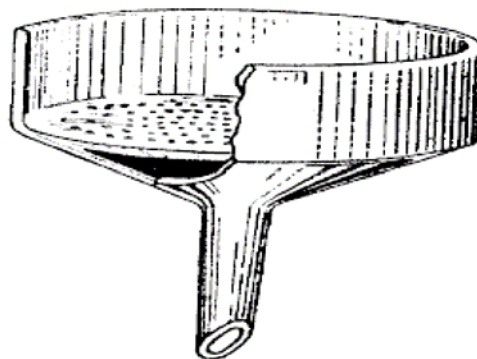
a - tavaline eksikaator; b - vaakumeksikaator



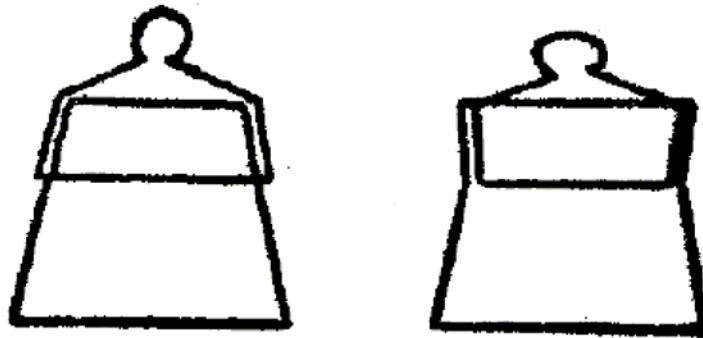
Joon.14. Vaakumeksikaatori ühendusskeem  
 1 - vaakumeksikaator; 2 - manomeeter; 3 - Woulfi pudel



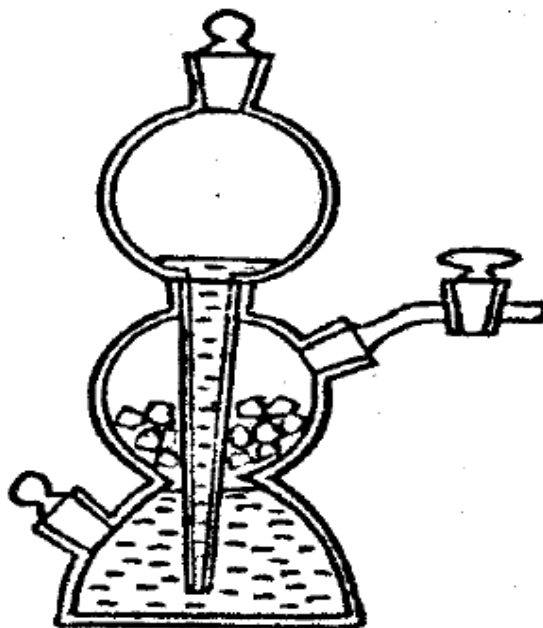
Joon.15. Portselanist vahendid  
 a - portselankauss; b - uhmer nuiaga



Joon.16. Büchneri lehter



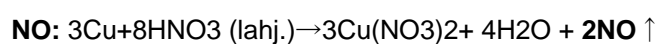
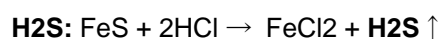
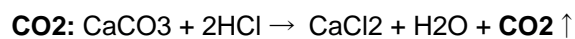
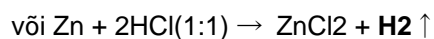
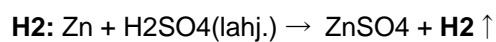
Joon.17. Kaaluklaasid

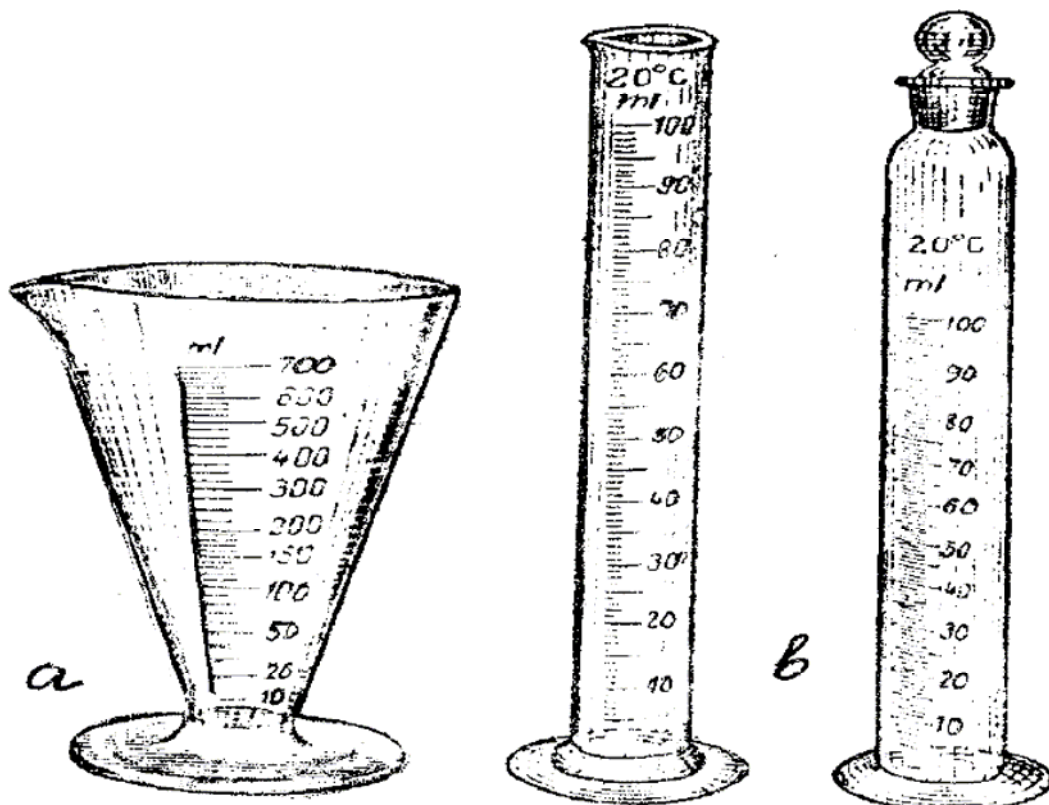


Joon.18. Kippi aparaat

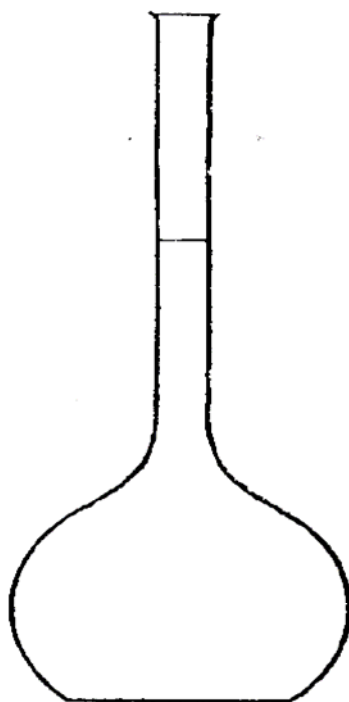
**Kippi aparaati saab kasutada juhul**

- 1) kui reaktsioon ei ole tugevasti eksotermiline ega endotermiline ( 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.

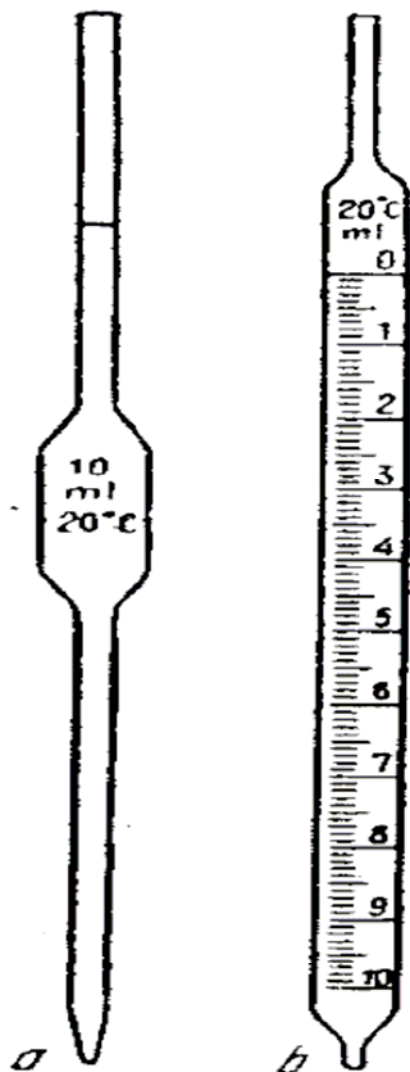




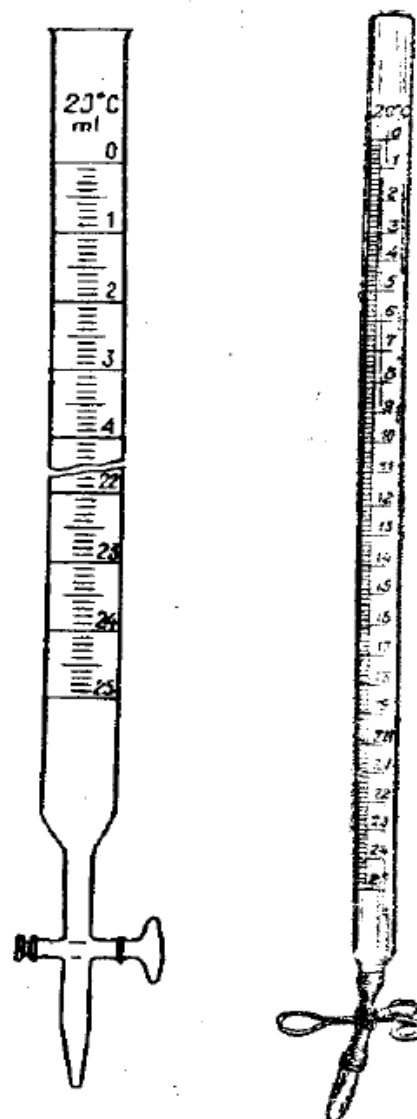
Joon.19. Mõõtevahendid  
a - mensuur; b - mõõtsilindrid



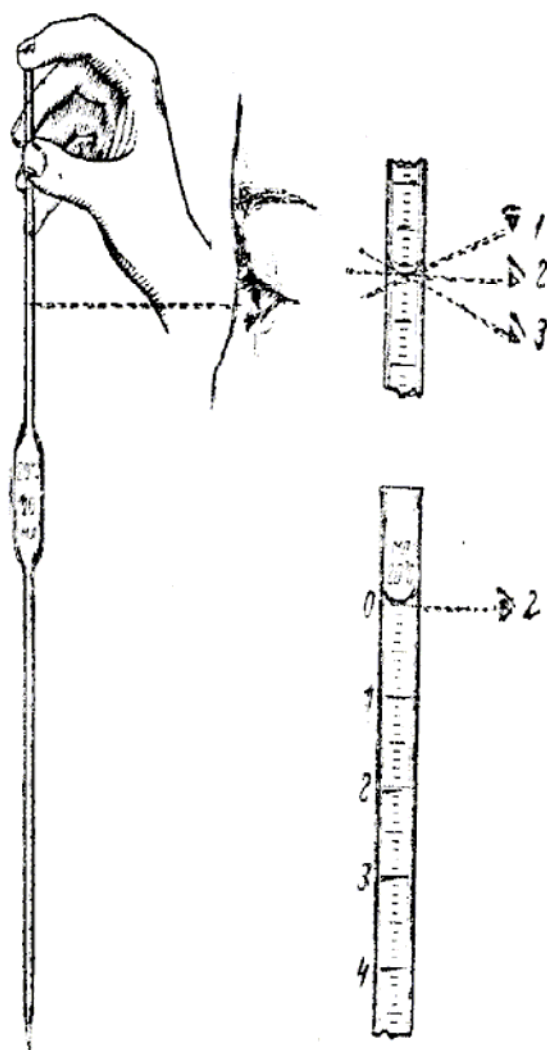
Joon.20. Mõõtekolb



Joon.21. Pipetid:  
a - mahtpipett;  
b - mõõtepipett

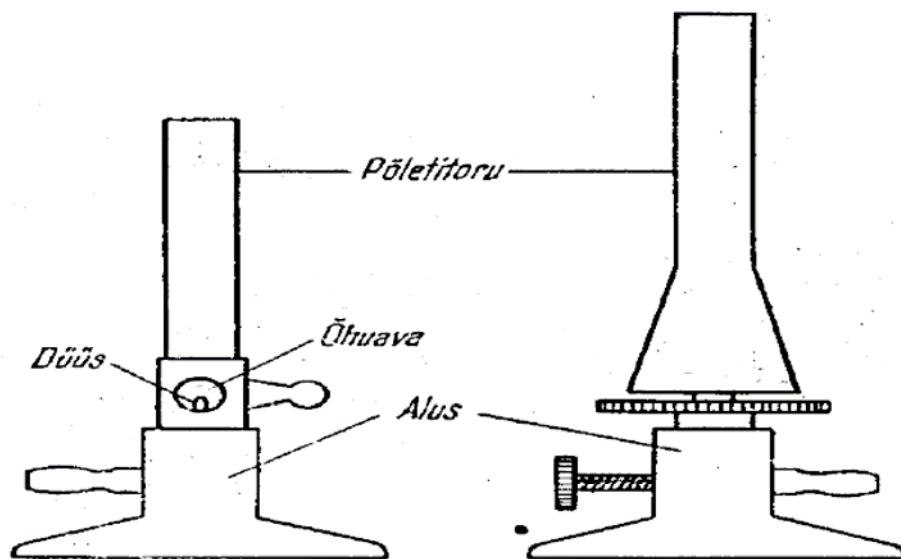


Joon.22. Büretid

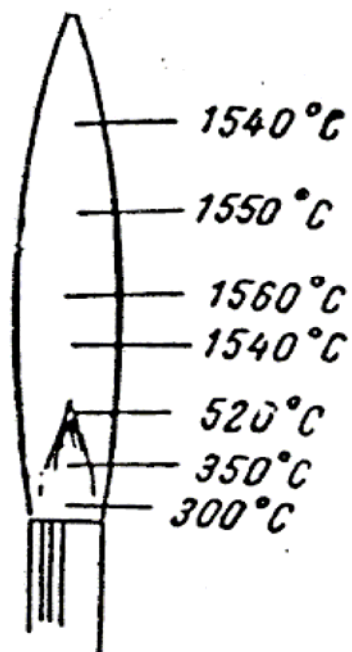


Joon.23. Mõõtmise pipetiga ja lugemi võtmine büretilt

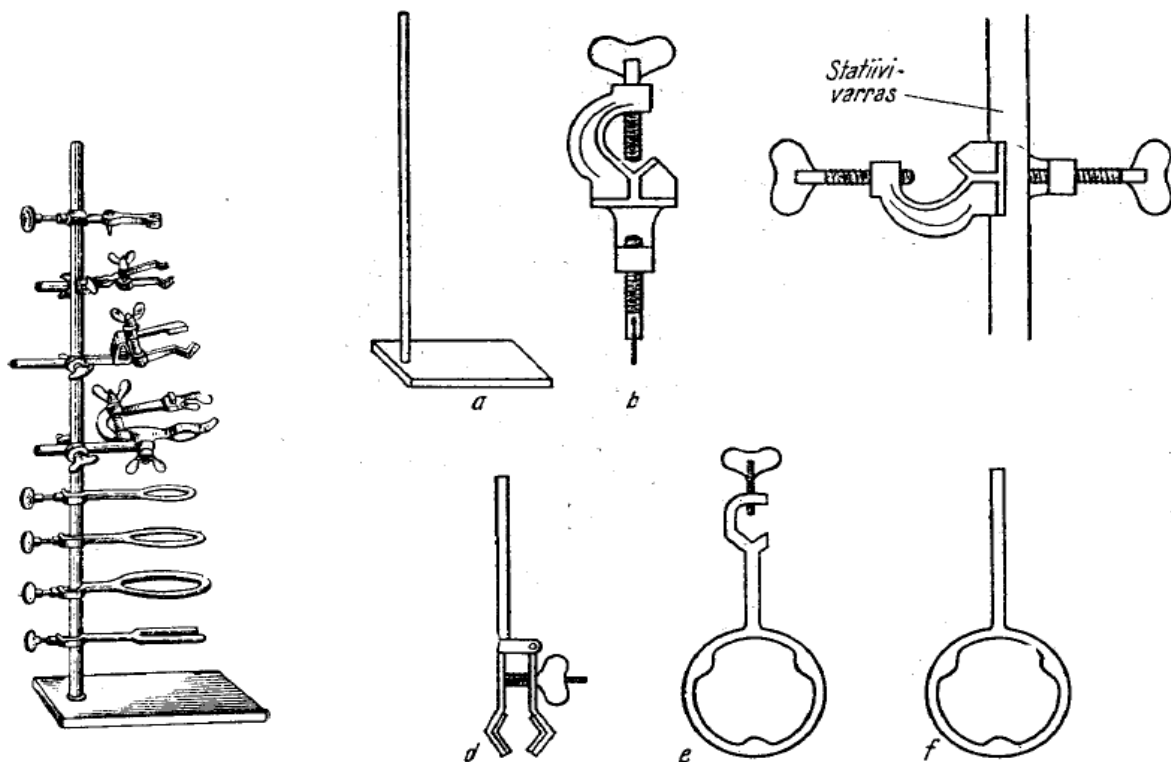




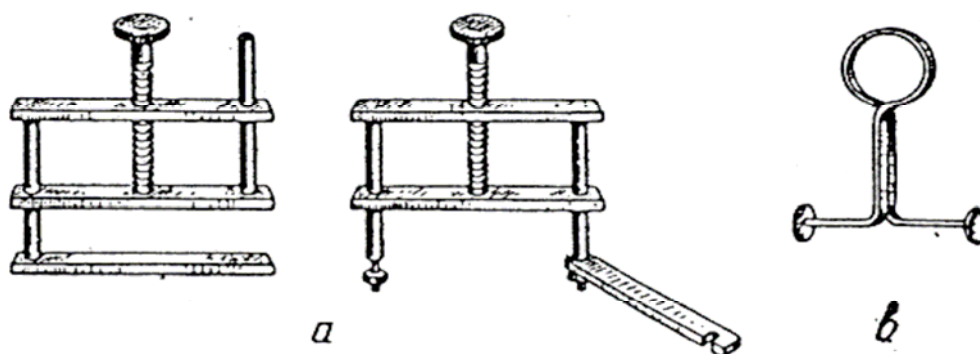
Joon.24. Gaasipõletid



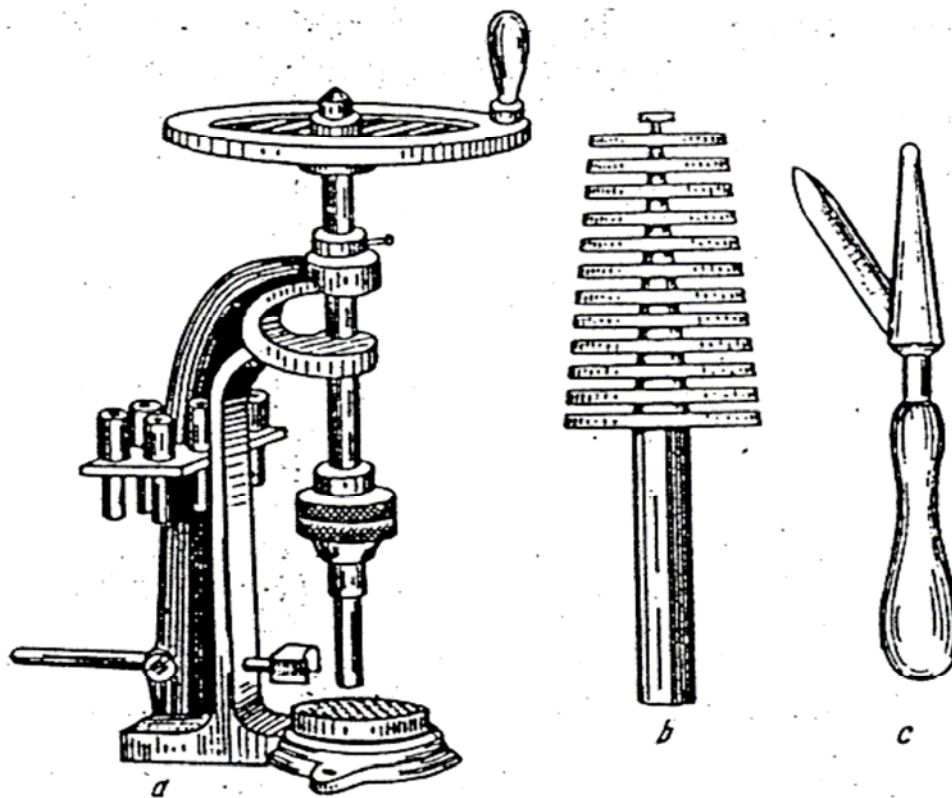
Joon.25. Gaasipõleti leegi ehitus  
a - Bunseni põleti; b - Teclu põleti



Joon.26. Laboratooriumistatiiv ja selle üksikosad  
 a - statiiv; b - ristmuhv; c - ristmuhvi asend varda küljes;  
 d - klamber; e - muhviga rõngas; f - muhvita rõngas.



Joon.27. Sulgurid ehk näpitsad  
 a - kruvi- e. Hofmanni näpits  
 b - vedru- e. Mohri näpits



Joon.28. Korgipuurid

a - korgipuurimismasin; b - korgipuuride komplekt; c - korgipuuriteritaja