

B. Raikov

C

# Loodusloo praktiliste tööde õppeviis

Tõlkinud

*Fas. III, 42.*  
*Nr. 33*

Jaan Rumma

54 joonisega



1A

28222

K/Ü „Loodus“, Tartus

1921

q. 52

2

Tartu Riikliku Olikooli  
Raamatukogu

89 424

0 15914938

## Väljavõte venekeelsest eessõnast.

Praktiliste tööde metoodika on meie koolikirjanduses vähe läbi töötatud. Ometi kujuneb see õppesüsteem ikka enam ja enam peaküsimuseks kooli loodusloos. On aeg jõudnud süsteemida, kõrvu asetada ja täpsamalt hinnata nii praktiliste tööde väärtust üldse kui ka nende korraldamise mitmekesiseid metoode ja võtteid eraldi. Ei või ega tohi jääda ootama ka selle õppesüsteemi tehnika detailne läbitöötamine.

See ülesanne näis mulle veel seda meelepärasem olevat, et vene keeles ei ole senni ilmunud eriti sellele küsimusele pühendatud teost. Ka meelitas mind sellele teemale mu pedagoogilise tegevuse üldine kalduvus, juhitud lapse isetegevuse aate põhjendamisele koolis ja selle aate elluviimisele.

Esitatud küsimuste läbitöötamisel on mulle palju toetust annud mu tegevus Pedagoogikakursustel ja Psühhoneuroloogia instituudis, kinnitused ja moodustused loengutena need järeldused, mis olin teinud, vaadeldes koolides noorte töötajate elurõõmsaid ridu.

Autor.

Neivola's,  
joulus 1914. a.



# I. Üldine osa.

## Praktiliste tööde tähtsus.

Res — nucleus, verba — cortices et putamina. Amos Komenius.

Praktiliste tööde all mõistame niisugust loodus-teaduslist õpetamisviisi, kus õpilaste tegevus ei piirdu ainult vaatlemise ja pealtkuulamisega, vaid nad tegutsevad ja töötavad ka ise kaasa.

Nende hulka kuuluvad mitmesugused koolis ja väljaspool kooli tehtavad tööd, millede ühiseks tunnuseks on õpilaste tegevus aine kallal. Seesugune töö on seotud ühest küljest intellekti, mõistuse, tegevusega, teisest küljest — tunnete ja liikumisorgaanide tegevusega. Kirjalikke töid ja referaate, raamatu teemade peale, niisama ka mitmesuguseid suusõnalisi, graafilisi jne. harutusi ei või mingil tingimusel paigutada praktiliste tööde kategooriasse selles mõttes, nagu meie neid mõistame. Neis tööde liikides ei sisaldu elemente uurija „otstarbekohasest võitlusest ainega“, aktiivset loomingut ja reaalsete faktide tundmaõppimist. Sellevastu võib olla lihtsal pulga lõikumisel, klaastoru painutamisel, vedeliku kurnamisel jne. kõik aine kallal töötamise tunnused, kui nad sünnivad teatava eesmärgi saavutamiseks. Seesugustest kavakindlatest, mõttega valgustatud ja teatavaks otstarbeks korraldatud tegevustest, olgu nad küll lihtsad ja elementaarsed, kujunevad praktilised tööd.

Praktiliste tööde kui õppeviisi tähtsus üldse põhjeneb didaktilisel alusprintsiiibil, mille W. Lay on hästi väljendanud järgmistes sõnades: „Kõigis kooliteaduse valdkondades ja astmetel peavad meie vastuvõtted ja kujutelmad arenema ja täienema kavakindlas loomingus, loova tegevuse protsessis.“\*) Passiivselt vastuvõetavale tundmaõppele peab järgnema tundmaõpe, mis aktiivselt loob, kusjuures mõlemad tundmaõppeviisid, täiendades teineteist, on tihedas sidemes.

See tõde oli teada juba Amos Komeniusel, kes nõudis, et õppimise puhul olgu „sõna seotud käe tegevusega“. Ei ole raske näha, et praktilised tööd, olles lapse üheks iseseisvaks uurimistegevuse liigiks, vastavad viimase võimaluseni selle ülalnimetatud loomingulise tegevuse mõistele.

Niiviisi tõendavad üld-didaktilised printsiibid, põhjendatud psühholoogilistele ja füsioloogilistele andmetele ning kokkukõlastatud teadvuseteooriaga, usaldavalt, et praktiliste tööde initsiaatorid, algatajad ja korraldajad koolis, seisavad õigel teel.

Loodusteaduse õppimiseks ei ole küllalt näitlikkusest, vaja on õppimisesse tuua aktiivne, loominguline algus, milleta mingisugune tundmaõppimine ei või õieti ja täielikult korraldatud olla.

Kui üld-põhjalustest asuda praktiliste tööde kui õppeviisi tähtsuse peenemale vaatlemisele, siis tuleb eestkätt tähendada, et isegi terve näitliku õpetamise idee ei või leida oma täielist väljendust ja teostamist ilma praktiliste tööde meetodi tarvitamiseta.

Võtame mõne konkreetse näituse. Oletame, et õpetaja tahab tutvustada nooremaid õpilasi lubjaga ja ta omadustega. Ta näitab õpilastele lupja, seletab, et see on

---

\*) Dr. W. Lay, Methodik des naturwissenschaftlichen Unterrichts, 3. Auflage, 1907, lhk. 32 (ka venekeelne tõlge).

valge ja kõva kui kivi. Niisutab lupja veega ja juhib tähelepanu selle peale, kui ahnelt imeb enesesse vett lubjätükk, jäädes ise ikka kuivaks. Selle järele näevad õpilased, et lubi hakkab pragunema ja tolmuks, pulbriks purunema; ta sisiseb, ajab enesest kuuma auru välja ja muutub sitkeks, plastiliseks tainaks. Pulbri loputamine veega annab valge, piimataolise lubivee. Filtrimisega, kurnamisega saab tast selge, läbipaistev lubivesi.

Oletame, et õpetajal, küllalt kogunud eksperimentaatoril, lubi just siis kustub, kui tarvis, pealegi tarvilise efektiga, et ta jutustab hästi, joonistab osavasti tahvlil jne. Arusaadav, et niisugune näitlik tund suure huviga ja täielikult vastu võetakse õpilaste poolt. Lapsed omandavad siin tingimata mõnesuguse kogu kasulikke teadmusi.

Võtame teise juhuse. Õpetaja ei piirdu üksi demonstreerimisega klassis. Ta viib õpilased eriti sisseseatud ruumi, annab neile igaühele tüki lupja ja laseb sellega ülalkirjeldatud katset teha. Nüüd ei näe õpilased mitte üksi lubja kustutamist. Nad veenduvad vahendita otsekohese katsumise teel kustutamata lubja kõvadusse, lubjajahu pehmusesse ja õrnusesse. Käega puutumine näitab neile, kui palju soeneb lubi kustutamisel, ning kerge kõrvetus õpetab kärsitult eksperimentaatorit hoolsusele ja ettevaatusele. Lubitaina plastilisus ei jää mitte üksi suusõnaliseks kujutelmaks: ta tundub lubjätüki otsekohesel pigistamisel peos. Leidub neid, kes lubivett keelega katsuvad, mis oma kange karge maitsega veel ühe vastuvõtte annab.

Küsitakse: kas on teadmuste kogu lubja üle, mis saadud laboratoorsel teel, ühesugune esimesega? Muidugi ei ole. Terve rida lubja nägematuid omadusi, mida võimatu tundma õppida osavõtmatu vaatlemisega, saab sel teel teatavaks. Asja kuju ja omaduste vastuvõtteks ja omandamiseks on koondatud peale kuulmise ja nägemise veel ka

kompamistunne, termiline, takti- ja muskliline tunne kitsamas. mõttes ning viimaks maitsmismeeled. Mõistagi, et teadmuste summa, saadud sel kujul asjast, kõige selgem ja täielikum on, sest lubja ja tema omaduste kujutelma loomiseks on koondatud mitmesugused vastuvõtted.

Näitlikkuse tähtsust ja näitliku õpetamise sisu väljendas juba Amos Komenius kolm aastasada tagasi. „Teadmuste algus peab välja minema tunnetest,“ ütleb ta *Didactica Magna*'s. „Kõik, mis võimalik, peab jäetama tunnete: vaadatav — nägemisele, kuuldav — kuulmisele, haistetav — haistmisele, söödav — maitsmisele, kobatav — kompimisele; ning kui mõnda asja on võimalik vastu võtta korraga mitme meele abil, siis peab selle ka jätma mitmele meele.“

Näitliku õpetamise ülemaks kujuks on see, kui asja kujutelm vastu võetakse mitte ainult nägemisega, vaid ka mitme, üksteist täiendavate ja kontrollivate tunnetega, meeltega. Viimane asjaolu võimaldub just praktiliste töödega, mis esinevad praeguse aja pedagoogikas tähtsama didaktilise printsiibina, väljendatud ammu nüüdisaegse kasvatusteaduse isa poolt\*).

Praktiliste tööde meetodi edaspidise väärtuse hindamiseks läheme tagasi eespool-toodud näitele, kus õpilane kustutab lupja ning valmistab lubivett. Õpilane niisutab tüki lupja veega: vesi imbub rütu sisse. See tunnus kõneleb talle, et võib veel vett valada lubja peale. Ent varsti ilmuvad märgid, mis avaldavad, et lubi pea hakkab kustuma: õpilane näeb lubjatüki pragunemist ja varisemist, väljatungivat veeauru, kuuleb sisinat, tunneb tassi soene-

\*) „Cognitionis initium a sensibus fieri semper necesse est . . . Omnia praesententur sensibus, quotquot possunt: nempe visibilia — visui, audibilia — auditui, odora — olfactui, sapida — gustui, tangibilia — tactui; et si quae pluribus simul capi possunt sensibus, pluribus simul efferantur“ (*Didactica Magna*, cap. XX, 6, 7).

mist; ta katkestab vee valamise, paneb selle kõrvale ja ootab.

Meil on siin terve rida välistunnete orgaanide — silma, kõrva, naha — vastuvõtteid. Nende vastuvõtete ümbertöötamine sünnitab teatava mõistuslise protsessi, mille resultaadina õpilane ilmutab rea toiminguid: valab kord vett juurde, paneb selle kõrvale, ootab ja valab veel, jälgides tekkivaid muutusi. Niiviisi ilmub siin teatav vastavus, suhe mõtlemise ning välistunnete ja liikumisorganide vahel, mis terve töö vältusel edasi kestab.

Kurnates segast lubivett, märkab õpilane, et soga on tunginud kurnatud vette. Vististi katkes kurn. See tähelepanu ja järeldus, millele selle tõttu jõuti, kutsub esile enesega terve rea otstarbekohaseid lihaste liigutusi: õpilane viskab rikutud kurna välja, valmistab uue, paneb kokku, löikab, mõõdab, katsub tema kõlblikkust, koordineerides kõik see aeg väsimata ja katkestamata oma psüühilist ja füüsilist tegevust. Ainult töö nurjaminek ja temast ülesaamine aitavad ja õpetavad suurendama täpsust ja selle kiiret koordineerimist. Toodud näide on võetud kõige elementaarsemate tööde valdkonnast, noorema ea lastele.

Muidugi, mida keerulisem antud ülesanne, seda peenemalt ja täpsamalt tuleb õpilasel kokkukõllasse viia oma tegevus märgatavate muutustega vaadeldavate nähtuste käigus ja vahekorras, seda keerulisemad ja rikkamad on mõistuslised protsessid, mis juhivad tema tegevust ühte või teise külge. Nii õpetab töötamine laboratooriumis õpilast fakte tähele panema, nende üle mõtlema ja mõtetele otstarbekohase tegevusega vastama. Seesugune tegevuse harjutamise viis on väga tähtis sellepärast, et ta arendab isetegevust.

Sel mõistel, isetegevusel, on kaunis veniv tähendus ja tihti tarvitatakse teda mitmes mõttes. Meie mõtlemise tegevuse all organismi oskust täpsalt,

selgelt ja õigelt vastata muutustele välises keskkuses, otstarbekohaselt reageerida välistele faktidele.

Seadke see määrang psühhofüüsilise protsessi kõrvale, mida õpilane üle elab kooli laboratooriumis oma uuriva töö juures, ja teie veendute vaevata, et praktilised tööd sisaldavad eneses kõik isetegevuse kasvatamise elemendid. Ometi on isetegevus just üldise hariduse märgusõna, mida iseäranis tungivalt ette nihutab praeguse aja kool. See on „sinilind“, mida praegu hoogsalt kõik tahavad tabada ja kinni püüda. Hoolikalt ülesseatud ja hästi läbitöötatud praktiliste tööde süsteem on kõige paremad püüdnud selleks suurtsugu püügiks.

Praktiliste tööde tähtsus avaldub ka ses suhtes, et nad korrapärasel ja õigel õpetamisel suure huvi asja vastu esile kutsuvad. See on ka täiesti arusaadav. Saades vähema tähelepanu kulul ja pingutusel täielikumad, heledamad ja intensiivsemad elamused, kui seda annab materjali omandamine kirjalikul õppimisel või passiivsel katsete vaatlemisel, elab organism loomulikult täielikumat ja mitmekülgsemat elu, mis kaasa toob terve rea teisi emotsioone.

Õpetajaile, kes praktilisi töid korraldavad mitte juhuslikult, vaid kavakindlalt ja süstemaatiliselt, on teada, kui suure rõõmuga õpilased ootavad neid ja kui väga pettunud ja kurvastatud on nad, kui töid tuleb mingisugusel põhjusel edasi lükata. Kui huvitav ka ei oleks klassis esitatud teoreetiline tund, siiski ei rahulda see õpilasi. Meil ei ole mitte ükskord ette tulnud katsena, näiteks, üles seada alamas klassis küsimust: „Mida tahate täna: vaadata udupilte või töötada praktiliste tööde klassis?“ — ja enamuse arvamine kaldus praktiliste tööde poole.

Teises õppeasutuses võis tähele panna, et naisõpilased, kes ei tulnud väikese haiguse pärast kooli tundide alguseks, ilmusid keskpäeval, et mitte vahele jätta praktilisi töid.

Ühes meesõppeasutuses, kus olid korraldatud, vähemalt kord nädalas, praktilised tööd kõigis klassides sundusliku osana, tehti ankeet, milles muu seas ka järgmine küsimus esines: „Missugune aine huvitab kõige enam?“ Suuremal jaol õpilastel oli huvitavamaks õppeaineks loodusteadus, eriti just praktilised tööd. Mitme aasta pikkuses praktikas on mul ainsaks karistuseks olnud õpilastele, kes endid töö ajal küllalt hästi üleval ei pea, tülitsevad, näiteks, seltsimeestega, segavad töötamist jne., süüdlase töölt tagandamine. Sealjuures istub ta samas klassis, ent ei võta isiklikult tööst osa. See abinõu on alati mõjunud ja, nagu olen märganud, mitte kerge karistusena. Huvil on väga suur tähtsus õppetöös. Seda teab iga pedagoog. Huvi seob õpitavad teadmused teatavate elamustega, annab õppeainele väga väärtusliku emotsiaalse, tundliku värvingu. Ning see, mis on vastu võetud emotsiaalseis värves, jääb kauaks meelde. Vastupidi, huvita antud tund — on kadunud tund. Muidugi mõista, ei tohi asjata pingutada õpilaste tähelepanu ega võimeid ümbrusega, huvitades ja virgutades neid mingisuguste kunstlikkude võtetega, iseäraliste efektsete katsetega jne. Ei tohi ka unustada, et pikaajaline igavus tunnis on „hävitav sirokko“, mille järele on võimatu koguda isegi viletsaid teadmuste raasukesti! Ilma huvita ei või olla ega ole head tunniandmist!

Kui mitte eitada seda üldiselt vastuvõetud tõde, siis esinevad praktilised tööd eriti võimuka huviäratajana ning omandavad selles mõttes suure tähtsuse.

Mille poolest on siis praktilised tööd huvitavad? Siin läheneme ühele kõige olulisemale kohale meie esituses. Praktilised tööd on tähtsad just sellega, et vastavad suurel määral õpilaste organismi laadile. Lapsed on loomu poolest aktiivsed; rahulikult istuda ja kuulata on neile juba suur töö ning tähtevõimu pingutamine. Ning istuda kaua, terve õppepäev, terve õppeaasta

ja kuulata kõike, mis õpetajad tundide kaupa kõnelevad, see on õpilase vaimule midagi pikaldase piina sarnast.

Teine asi on praktilised tööd. Kooli laboratooriumis toimetab õpilane iseseisvalt, esinedes aktiivselt, rahuldades sellega täiesti oma tegevuse kalduvusi. Dickensi eeskujuliku ütluse järele, ühes tema romaanis, pole õpilane mitte vilets riist, mida õpetajad püüavad vägivaldselt oma halastamata sisuga ääreni täita. Selles mõttes ilmuvad oma meetodi poolest praktilised tööd väikese parandusena, korrektiivina, meie praeguses koolisüsteemis, mis rajatud mitte aktiivsele tööle, vaid passiivsele pealtkuulamisele.

Kõike kokku võttes, seda jaatavat, mida võivad anda koolile praktilised tööd, võime saavutada, formuleerides meetodi tähtsust, järgmised aluslauseid:

1. Praktilised tööd pakuvad kõige paremat võimalust aine näitlikuks käsitlemiseks ja omandamiseks.

2. Praktilised tööd arendavad üliväga õpilasis tõsist isetegevust, andes neile palju väärtuslisi praktilisi oskusi ja kogemusi.

3. Praktilised tööd vastavad täiesti õpilaste psüühilisele, vaimlisele laadile ning tõstavad sellepärast suurel määral huvi asja vastu, elustades tunniandmist.

Et õieti hinnata neis aluslausestes väljendatud praktiliste tööde tähtsust, peab juhtima tähelepanu selle peale, et meid kütkestav meetod omab rea temale omaseid spetsiifilisi, erilisi, iseärasusi, mis sunnib tunnistama tas täiesti uut harivat vahendit.

See ei ole lihtne tavalise klassi-tunniandmise täiendamine ega lisa, ei ole ka eriti endise teadmuste edasiandmise viisi parandus, vaid just isesugune omapärane meetod. Ta esineb niisama lahkuminevalt näitlik-demonstratiivsest klassi-tunniandmisest, nagu viimane vanast suusõnalisest kirjeldavast. See on oluline samm edasi. Selle õppeviisi laialdane tarvitamine õpetamisel loob terve meie praeguse kooli-

õppuse ümber, andes mitte ainult teadmusi, ent õpetades ka oskusi ja võimisi. Senni aga, kui seda ei ole veel sündinud, ilmub ta väärtuslise parandusena praeguses haridussüsteemis, tõmmates iseäralist tähelepanu oma peale.

Kooli loodusteadust kui niisugust ei või korraldada enam-vähem rahuloldavalt ilma õpilaste iseseisvate katsete töödetä.

„Mis ütleksid need pedagoogid, kes vaatavad laboratooriumide ja töökodade peale gümnaasiumides ja realkoolides kui mustuse ja korratuste allikate peale, kui neile näidataks puuseppa, kes järgmiselt õpetaks oma õpilast: Iga päev loeks talle loenguid puusortide, riistade ja abinõude üle, hõõveldaks tema nähes laudu, saeks ja liimiks; annaks talle koduse töö näol iga päev pähe õppida mõned paragraafid puusepa-töö käsiraamatust, annaks talle iga nädal kirjatööd hõõvli tähtsuse, hea liimi valmistamise ning selle üle, kuidas kappi teha jne., ja oleks viimaks katsumisel lugenud oma õpilase meistrikutse vääriliseks sel põhjusel, et viimane töötas 3 aastat ja õppis kõik, mis tarvis oli, pähe?“ (Kerschensteiner).

### Praktiliste tööde metoodiline korraldamine.

Iga meetod on ainult aste, millele peab astuma selleks, et edasi sammuda. L. Tolstoi.

Praktiliste tööde tähtsus võib meil ainult siis täiel ulatusel avaneda, kui nad on metoodiliselt kui ka tehniliselt õieti korraldatud. Olles, nagu me nägime, väärtuslikuks harivaks ja kasvatavaks vahendiks, võivad nad ebakohasel ja oskamatul käsitlusel kergesti muutuda niisuguseks, mis peale korratuste, kära ja mustuse koolile mitte midagi kasulikku ei paku.

Asume esiteks tööde meetoodilise külje juurde ja seame üles kaks küsimust:

Kuidas siduda praktilisi töid tavaliste koolitunnega?

Missugused meetodid on tarvilised tööde juhtimisel ja missugused neist on kõige paremad?

### Uurivad ja kordavad tööd.

Side tunni ja praktiliste tööde aine vahel võib üldiselt olla kahesuigune.

Oletame, et õpetaja tahab teadustada õpilastele mõne, neile uue keha omadusi. Olgu selleks kehaks süsihappu gaas, mida õpilased veel pole näinud ja mille omadusi nad sugugi ei tunne.

Kasutades õpetaja näpunäiteid, mudelit, joonistusi tabelil ehk tahvilil, korraldavad õpilased tarvilise riista ja hakkavad tööle. Saadakse gaas. Algab ta omaduste uurimine. Kas näeme teda silmaga? Kuidas suhtub ta põlemisesse? On ta õhust raskem või kergem? jne.

Õpilased teevad ise vastavad katsed ja tulevad mõnesugustele kindlatele järeldustele.

Siin muutub õpilane nagu uurijaks, kes, töötades ühe või teise kava järele, juhtivate küsimuste abil tähele paneb ja meelde jätab rea uusi nähtusi ja fakte, tõsiasi. Niiviisi rajab õpetaja õpilaste isiklikust uurimisest saadud ainele oma ligema klassitunni, täiendades ja selgitades seda, mida algav uurija aru ei saanud ehk ei märganud, kinnitades ja süvendades õigeid järeldusi, eraldades ebaõigeid, toetades neid järeldusi keerulisemate ja raskemate katsetega jne.

Õpetaja võib, näiteks, selgitada süsihappu gaasi omadusi seebimulli ujumisega, astmeliselt asetatud küünalde järjekordse kustumisega, võib kustutada piirituslambi, valades ta peale gaasi suurest anumast, jne. Siinjuures tut-

vuvad õpilased ka niisuguste süsihapu gaasi omadustega, mida nad ise ei suutnud leida iseseisva katsega; näituseks, et  $\text{CO}_2$  on õhus umbes 0,04% jne.

Arvesse võttes ülalkirjeldatud suhet tööde aine ja koolitunni aine vahel, võiksime neid töid nimetada uurivaks tööde tüübiks.

Teistsugune suhe ilmub õpetunni ja töö vahel, kui õpetaja viib õpilased laboratooriumi, siis kui süsihapu gaasi omadused on klassis korraldatud demonstratiivsete katsete toetusel juba selgitatud, läbi võetud. Sel juhusel jääb õpilasele ülesandeks ainult järele katsuda seda, mida ta nägi ja kuulis tunnis, isiklikult veenduda, et nähtus just nii toimub, kui näidati, ent mitte teisiti; tähele panna, järele mõelda nende väikeste peenuste üle, millel on mõnikord suus tähtsus, kuid mis õpetaja katse vaatlemisel jäid kahe silma vahele.

Õpilane korraldab lihtsamal ehk teisendatud kujul samad nähtused, mida ta vaatas klassis kaugel, veendudes, näiteks, selles, et süsihapu gaas ei kustuta mitte üksi küünalt (nagu see oli õpetaja katses), vaid kustutab ka peeru, näeb, et peergaasi atmosfääris ei hõõguigi, et gaasi valamiskatset võib ka väikeste klaasidega teha (õpetaja võttis suure nõu).

Seesugust tüüpi töid võiks nimetada kordavateks töödeks.

### Uurivate tööde iseärasused.

Missugusele neist kahest tüübist tuleks anda eesõigus: uurivale, kus õppetund rajatakse töödest saadud materjalile, või kordavale, kus tööd ehitatakse õpetunnis selgitatud ainele?

Esmalt tuleb tähele panna, et me veidi kunstlikult oleme eraldanud need tüübid. Tegelikus elus on nad, täiendades üksteist, seotud tihedamini. Seda märkust sil-

mas pidades, peame tunnistama, et uuriv töö enam harivaid elemente sisaldab ning selle läbi ka väärtuslikum on kui kordav. Kui meelde tuletada, et kooli loodusteaduslise vaimu kasvatusliseks pea-ülesandeks on ühelt poolt loogilise mõtlemise ja teiselt poolt isetegevuse arendamine, siis on kergesti arusaadav, et iseseisev uute teadmiste saavutamine viib sellele eesmärgile ligemale, kui teiselt kuulamisega omandatud teadmiste kordamine.

Sellevastu on uurivate tööde korraldamine algajal õpetajal raskem kui kordavate tööde ülesseadmine. Kõige pealt peab tööde ehitus ise olema iseäranis selge ja järjekindla loogilise iseloomuga, et algaja uurija teatava järjekindlusega õigetele järeldustele tuleks. Teiseks peavad kõik liigutused ja tegevus töös olema võimalikult lihtsustatud. Neid tehes ei tea ju õpilane, mis tal võib ilmuda. Võib olla, peerg kustub süsihapi gaasis, aga võib olla ka, et gaas ise süttib põlema? Veega ülevalatud lubjatükk hakkab äkki kuumenema ja tekitab auru. Mis järgneb sellele? Sammud teadmatuses on tahtmata arglikud. Uurijat ootavad ootamatused ja igasugused luhtaminekud. Ootamatused äratavad küll mõtet ning luhtaminekud kasvatavad tahet nendest üle saada, võita.

Ent töö edeneb seejuures ka pikkamisi. Veidi raskemaid ja keerulisemaid ülesandeid ei või neil tingimustel anda algajale. Tarvilik on ka eksperimendi lihtsus ja tugev distsipliin ta täideviimisel. See olukord ongi põhjuseks, miks puktakujuliste uurivat tüüpi tööde poolehoidjad tahavad eksperimendi tehnikat viia miinimumini, kuna mõned isegi kalduvad selle poole, et õpilasi lasta töötada valmisi riistadel, kus mõne lihtsa ja kergesti juhtiva liigutusega võib saavutada soovitavaid tagajärgi. Huvitav, et tihti uurivat tööd juhitakse rindelisel (frontaalselt), nähtavasti sellepärast, et viimane annab rohkem võimalusi ja abinõusid töötajale liigutuste korraldamiseks.

Viimane pea-iseärasus uurivais töis avaldub ses, et nad aja poolest on tihedalt seotud klassitunniga. Tõesti, kui tööde materjal peab andma tunniks sisu, peab täiendatama ja läbi viidama koolipingis, siis peab olema ülemineku aeg laboratooriumi laualt koolipingile võimalikult lühike. Vastasel juhul suudab esialgne, katsel saadud materjal ununeda, enne kui ta on tunnis küllalt valgustatud, läbitöötatud ja õpilaste kindlaks omanduseks saanud.

Siit järgneb nõue, et uurivat tüüpi tööde puhul peab klassitund võimalikult pea järgnema laboratooriumi tööle. Mõni päev vahet — ja klassitööks on silmapilk vähe kasutoov; mida lühem vaheaeg, seda parem.

Kõik need nõuded, mis järelduvad loogiliselt uurivate tööde iseärasustest, raskendavad veidi nende läbiviimist koolipraktikas, pannes igal juhul õpetajat kindlaimasse raamesse kui kordavat tüüpi tööd.

### Kordavate tööde iseärasused.

Olgugi et kordavad tööd õpilastele vähem annavad loogilise mõtlemise arendamiseks kui uurivad tööd, on nad vaatlemise ning isetegevuse arendamise elementidest ometi ennem rikkamad kui vaesemad. Tõepoolest — iseseisvalt korrata teisel kujul, teistes kätes tutvaks saanud nähtust, tähendab, anda endale selget aru neist tingimustest, mis vajalikud teatavate nähtuste toimimiseks, vaadelda seda nähtust ligemalt ja täielikumalt, kõigis peenusis, üksikasjus.

Juba see olukord, et nähtus kui niisugune üldistes joontes tuttav on ja õpilane teda ette o o t a b, sunnib teda tähelepanu tugevasti pingutama ja annab talle võimaluse näha ka seda, mille tingimata jätab kahe silma vahele õpilane, kellele terve see nähtus esineb tundmatuna ning meelivaldavana. On tuttav, et vaadates teatris tuttavat näidendit, palju kergem on üksikute näitlejate mängu ka

kõrvalistes ülesastumistes tähele panna, kui esimest korda etendatavas mängus. Ootav tähelepanu on väga tähtis pedagoogiline tegur, mis lapse ergukava teatava objekti vastuvõtteks niivõrd hästi võib ette valmistada ja korraldada, et isegi peenused nähtuste käigus kaduma ei lähe. Nii on ka vaimlisi kasvatavaid väärtusi kordavates töödes palju.

Mis puutub aga nende organiseerimisesse, siis on neil nii mõnigi eesõigus uurivate tööde kõrval. Seade on neil p a i n d u v a m. Nad ei seo õpetajat nii väga ajaga. Kuigi tööd jäävad klassis läbivõetavast maha, — nende tähtsus kui näitlikkus ja klassis läbitöötatud aine iseseisev kordamine on ikkagi kõikumatu. Nad on ka vähem seotud teatava töö meetodiga. Neid võib juhtida ka rindelisel ja teisiti, ometi ei kaota nad oma väärtust.

Viimaks, katsete tehnika omandub õpilastele kergemini, on arusaadavam, sest siin on tehnilised liigutused klassis nähtud esialgsete katsetega valgustatud; samuti on eeskava selgem.

Kõik need harutused sunnivad algajaid õpetajaid esimese katsuma oma jõudu kordavatel töödel ning ainult järk-järgult ja ettevaatlikult üle minema uurivatele töödele. Ainult teades õpilasi ja valitsedes hästi klassi ning omades küllalt vilumust ja kogemusi, võib üle minna teise meetodi juurde puhtal kujul. Õppeasutustes, kus on korraldatud praktilised tööd, seisavad kordavad tööd siia maani märksa valdavamal kohal, ja seda muidugi mitte juhusliselt.

Väga tarviline oleks, et kordavad tööd ei muutuks sõnast sõnaliseks tunnis nähtud, õpetaja poolt demonstreeritud katsete kordamiseks ja jäljendamiseks. Nad võivad avaldada sama nähtust, valgustada sama piirkonda, kuid isesuguses järjekorras. See ei anna tööle mitte ükski uuduse ilu, vaid toob tasse ka mõnesugused uurivad elemendid. Kujutleme, et õpetaja näitas tunnis rea katseid, mis selgitavad õhu kokkulitsutavust ja vetruvust. Praktilistel töödel

annab ta õpilastele valmistada „kartulpüssi“ ja selgitada, miks ta laseb.

Muidugi, töö on siin kordavat tüüpi, kuid ta nõuab antud riista täiesti iseseisvat tundmaõppimist, ülesseatud eriküsimuse lahendamiseks.

Vaatame edasi, et õpetaja tutvustas õpilasi põlemisnähtusega ja leegiga. Praktilisel tööl laseb ta tundma õppida küünlaleegi ehitust, ta üksikute osade temperatuuri jne. Siin tuleb õpilasel lahendada iseseisva eksperimendi abil terve rida väikesi küsimusi, mis väga palju suurendab kordava töö uurivat laadi.

Eespool nimetasime, et uuriva ja kordava elemendi eraldamine praktilistes töödes on kunstlik võte. Üldmainitud näitused selgitavad seda väidet. Võib ainult ühe või teise elemendi valitsemisest töös kõnelda, kuid päris puhtal kujul esineb see üliharva.

Nii ilmuvad kordavad tööd, milledesse on asetatud võimalust mööda ka uurivat materjali, alguses soodsamate tööde tüübina.

### Ühendatud (koaktsioon) ja eraldi töötamise viisid.

Ülalkirjeldatud tööde tüüpe määrates pidasime silmas ainult sisulist vahet klassitundide ja praktiliste tööde vahel. Kuid peale sisulise vahet korra faktilise aine suhtes peame arvesse võtma veel sidet aja, teiste sõnadega — peame enesele aru andma, kuidas jaotada õpetunde ja praktilisi töid vastastikku aja suhtes.

Sagedamini esinevad praktilised tööd omaette täiesti eraldi klassitundidest, olgugi et nad on seotud sisu poolest. See on harilik kõrvu ehk eraldi töötamise viis. Peale seda võib olla veel teistsugune tööde ja tundide asetamise viis aja mõttes. Uurivate tööde iseloomustamisel kippus see iseenesest juba esile. Seal oli juhitud juba tähelepanu

selle kasu peale, mis saadakse kui praktilised harjutused, millel ühine aine praktiliste töödega, järgneksid neile vahendita tundidele.

Tekib veel kaugemale ulatav küsimus: kas ei ole võimalik päriselt kõrvaldada ajalist vahet harilikkude klassitundide ja praktiliste harjutuste vahel laboratooriumis? Teisiti öeldud, uurivate tööde viimase loogilise järelalusena peaks ilmuma klassitundide ja praktiliste tööde ühtliitumine, üheks tervikuks koondumine.

Olgu õpilase töölaud laboratooriumis talle klassipingiks! Pole tarvidust õpetaja katset klassis eraldada õpilase katsest. Sennikui õpilane teeb katseid ja vaatleb nähtusi, esineb klass laboratooriumina; kui aga minnakse järelalusete ja õpetaja täiendavate ning selgitavate katsete tegemisele üle, siis muutub laboratoorium klassiks, kuna õpilased lähevad tegutsemisest selle vaatlemisele ja kuulamisele, mida näitab ja seletab juhataja.

Seesugused ühtesulamise, liitmise katsed on tehtud, ja ühendatud tunde on nimetatud laboratoorseteks ehk katselisteks tundideks.

Esimene nimi pole tabav ega kohane, sest teda võib kergesti segada üldise nimetusega „laboratoorne meetod“. Viimane mõiste on võrratu laiem ja haarab üldse kõiki püüdeid, õpilasi iseseisvale aine kallal töötamisele tõmmata, olgu see kas laboratoorsete tundide kaudu või mõnel muul teel. Teine nimetus on aga liiga üksluine ja ebatabav. Parem oleks seesuguseid liittunda nimetada koaktsioonseteks, ühendatud töödeks, mis küllalt tabavalt valgustab ka olulist külge neis tundides. Seda nimetust tarvitame ka edaspidi.

Ühendatud, koaktsioonse tunni illustreerimiseks läheme tagasi katse juurde süsihappu gaasiga. Õpetaja asub laua taga, kus valmis seatud tarvilised katsed. Õpilased istuvad töölaudade ääres. Õpetaja valab marmoritükile soolhapet.

Õpilased märkavad susinat ja mingite gaasimullikeste tekkimist. „Korjame seda gaasi!“ ütleb õpetaja ja näitab katseliselt, kuidas seda teha. Ta paneb mõne marmoritüki süsihapu gaasi saamiseks korraldatud riista, seab selle tegevusesse ja täidab gaasiga kõrge klaasi. Põlev peerg kustub klaasi lastult.

Harutamisel selgub, et see gaas on nähtavasti teistsugune kui õhk: ta ei toeta põlemist.

Senni läks tund harilikus klassikorras. Kuid edasi võtab ta teise sihi. Õpetaja paneb ette õpilastele ise CO<sub>2</sub> korjata ja ta omadusi järele katsuda. Õpilased meisterdavad riistad (mis palju lihtsamad on kui õpetaja oma) ja jälgivad oma tegevusega eelkirjeldatud katset, kordavad tööd.

„Katsuge kindlaks teha,“ pöörab õpetaja õpilaste poole: „kas võib saadud gaasi valada ühest klaasist teise puhtasse klaasi.“

Õpilased teevad katse ja veenduvad (põleva peeru abil), et gaasi võib ühest nõust teise nagu vett valada.

„Miks siis gaas langeb alla, aga ei lenda üles?“ küsib õpetaja. „Süsihapu gaas on õhust raskem.“ Seda järeldust kinnitab õpetaja oma katsega: pöörab suure nõu CO<sub>2</sub>-ga põleva küünla ehk piirituslambi kohal ümber.

Edasi läheb katse jälle õpilaste hooleks. Nad lasevad CO<sub>2</sub> läbi lubivee ja vaatlevad tema muutust. Tagajärg: süsihapu gaas teeb lubivee segaseks. Põhjenedes sellele CO<sub>2</sub> omadusele, laseb õpetaja õpilasi järgmist katset seletada. Ta puhub pumba abil harilikku õhku läbi lubivee. Vesi segub aegamööda. Õpilased järeldavad, et CO<sub>2</sub> on ka õhus, olgugi, nagu näha, vähesel määral. Õpetaja nimetab CO<sub>2</sub> protsendilise hulga õhus.

Edasi tulevad tööväljaks jälle õpilaste töölaud: nad puhuvad lubivette väljahingatud õhku ja teevad vastava järelduse. Ta lõpeb saadud süsihapu gaasi omaduste kordamise ning õpetaja jutustusega Koerakoopa üle.

Kujutame säärase tunni käiku skemaatiliselt.

Õpilased leidsid, et:

- |   |   |                                    |
|---|---|------------------------------------|
| 1) süsihappu gaasi saadakse marmorist; millele soolhapet peale valatakse; | } | õpetaja katse ja kordava töö abil; |
| 2) $\text{CO}_2$ ei toeta põlemist;                                       |   |                                    |
| 3) $\text{CO}_2$ on õhust raskem;   | } | uuriva töö ja õpetaja katse abil;  |
| 4) $\text{CO}_2$ -st segub lubjavesi;                                     |   |                                    |
| 5) $\text{CO}_2$ leidub harilikus õhus (atmosfääris);                     | } | õpetaja seletuse ja katse abil;    |
| 6) inimese väljahingatud õhus on $\text{CO}_2$ ;                          |   |                                    |

Tund seisis koos õpetaja seletusest ja demonratsioonest, mis inkrusteeritud õpilaste viiest iseseisvast katsest, milledest kaks kordavat ja kolm uurivat laadi avaldavad.

Esitatud nähtus ilmutab küllalt selgelt, milles seisab ühendatud (koaktsioon) süsteem puhtal kujul. Oma elementide poolest ei avalda see süsteem küll midagi uut, ent ta ühendab need elemendid aja suhtes tihedamini kui ükski teine tunniandmise viis\*).

Selles ongi ta peatähtsus ja olulisus, koguni mittes, missugune laad on antud õpilaste tööle, ja olgu nad rindelisel või mõnda teist laadi.

Eespool-toodud näide ilmutab, et ühendatud süsteemis võib tarvitada nii kordavat kui ka uurivat tüüpi töid. Muidugi vajavad uurivat tüüpi tööd rohkem koaktsioonset läbiviimist, sest nad nõuavad rutulisemat järelduste tegemist, kuid ka kordavaid töid ei saa põlata.

\*) Ühendatud süsteem ilmus alguses Inglismaal. Siit kanti ta Saksamaale, kust ta propageerimises suurt osa etendas Fr. Dannemann. Vaata ta teos: „Der naturwissenschaftliche Unterricht auf praktisch-heuristischer Grundlage“, Hannover u. Leipzig, 1907. Vene kasvatusteadlastest toetasid seda süsteemi N. Drenteln, J. Glinka j. t.

Mida ütelda ühendatud süsteemi tugevatest ja nõrkadest külgedest? Ta väärtus on päevselge ja vaevalt julgeks keegi sellele hakata vastu vaidlema või seda ümber lükkama. Ta lahendab kõige paremini ja ilusamini klassitundide ja praktiliste tööde vahekorra. Ta mitte ainult ei kõrvalda seda vastolu, vaid teeb ennem selle tekkimisegi võimatuks. Võib öelda, see on tuleviku tunniandmise süsteem, kui talle veel anda tarviline paindumus ning teda mitte siduda raskekaaluliste juurdelisandustega Fr. Dannemanni mõttes.

Vaatamata nende ühendatud süsteemi headuste peale, ei saa ometi varjata, et ta kooliviimine laial ulatusel on praegustel tingimustel kaunis problemaatiline. Eeskätt on teda väga raske läbi viia, raskem kui ühtegi teist süsteemi. Ta nõuab iseäranis täpsat koordineerimist õpetaja demonstratiivsete katsete ja õpilaste laboratoorsete tööde vahel. Igasugune selle vastavuse rikkumine tundub tunni lõpul järelduste ja kokkuvõtete tegemisel takistava raskusena.

Käsitleb õpetaja tunnis aineid harilikul viisil, — katsetel, mida demonstreerib isiklikult, — siis oneneb ta rohkem iseenesest, jälgib enam iseteadvalt tunni loogilist niiti ja võib klassi kergemini viia tarviliste järelduste tegemisele. Oleneb aga tunni loogiline käik ka õpilaste töödest, siis võib see ka kergemini kõikuvaks saada. Ei õnnestunud õpilaste töö või venis pikale, mitte kõik ei jõudnud täpsetele tagajärgedele, õpetaja eksis aja jaotuses ja loogiline niit, mis õpetaja laualt ulatas õpilaste laudade juurde, katkes. Mida õpetaja ise näitas, ei osanud õpilased korrata ja tarviliselt toetada. Selle tagajärjel kaotas väärtuse mitte ükski see katseline materjal, mis oli õpetajal tarvitada, vaid ka see, mis käes oli õpilastel. Üks on vastavat tundi juhtida, kui olenevad ainult iseenesest, teine — kui ka teised mõju su tegevuse peale avaldavad.

On praktilised tööd lahutatud koolitunnist (eraldatud

süsteemi järele), siis ei puutu õpilaste praktiliste tööde ebaõnnestus nii valusasti õpetajat.

Tööd võib uuesti teha, muuta, edasi lükata teiseks korraks, ka koguni vahele jätta, kuna ühendatud süsteemi järele korraldatud tunnist seda võimalik ei ole teha.

Just need raudsed raamid, milledes on sunnitud asuma õpetaja, kes praktiliste tööde korraldamises ühendatud süsteemi tarvitab, teevad ka selle viisi käsitlemise raskeks. Vajadus, tunnikava juba varem täpsalt ette määrata, karvapealne õpilaste tegevuse arvessevõtmine aja suhtes jne. esinevad just peதாகိတုဒါနာ sena selle süsteemi laialdase koolitoomise ees.

Teine ühendatud süsteemi iseärasus avaldub ses, et nad iseenesest juba kõrvaldavad õpilaste pikemalaadilised tööd ja katsed. Arusaadav on, et kui õpilaste tööd kestavad terve antud tunni, siis ei esine siin enam ühendatud töö süsteem, vaid harilikku tüüpi praktilised tööd. See-suguseid ülesandeid, töid, mis võiksid kesta terve tunni või veel enam, leidub kooli loodusteaduses ohtrasti, eraldi just eluta looduse vallas. Ometi on mõnedki neist suureväärtuslised siin oma iseloomu kui ka säävutatud resultaatide poolest, ja meie ei tohiks neid milgi tingimusel kõrvale heita.

Teiselt poolt takistab ühendatud süsteem ka õpetajat näitamast klassis katseid, millede vältus palju aega nõuab. Ometi vajavad nii mõnedki loodusteaduse kursuse osad tingimata läbivõtmist klassis. Olgu sellepärast, et nad tarvitavad ainult kirjeldamist, ehk sellepärast, et katseid, mida oleks vaja siin korraldada, ei või usaldada õpilaste hooleks, nende keerulisuse, kalliduse ehk hädaohtlikkuse pärast. Nii tuleb tahtmata osa õppeainet läbi võtta harilikudel klassitundidel, jutustades ja katseid demonstree-rides.

Siit ei ole raske märgata, et ühendatud süsteem oma

puhtas kujus vaevalt teostatav on. Paremal juhtumisel tuleb teostada kõrvu ühendatud süsteemiga ka lahus-süsteem: andes klassitunde ja teha praktilisi töid. Võib olla, et tuleviku kool töötab välja niisugused tunniandmise meetodid ja võtted, mis ühendatud tunnid asetab loodusloo õpetamise keskpaika. Kuid senni tuleb seda elementi kursusesse tuua ainult tükati, episoodides, ja tarvitada teda väga ettevaatlikult, sest siin on kõige kergem oma töödega kokku variseda.

Igal juhtumisel on selle küsimuse edaspidine selgitamine ja lahendamine ülitarvilik ja peab soovitama õpetajatel, kes juba loodusloo käsitlemisel kasutavad laboratoorset meetodi, katsuda oma jõudu ka sellel alal.

### Missugust tüüpi töid tuleb eelistada algajal õpetajal?

Peale olevate praktiliste tööde tüüpide ülevaate ja nende ühenduse klassitundidega peame kõnelema paar sõna sellest, missugust tööde tüüpi tuleks eelistada, paremaks lugeda algajal õpetajal. Vastuse sellele küsimusele leiame juba eespool-esitatud mõttest; nüüd võtaksime selle ainult kokku, formuleerides neid aluslauseid, põhimõtteid täpsemalt.

Praktilised tööd võivad olla üldiselt kahte tüüpi:

- 1) uurivat ja
- 2) kordavat tüüpi tööd.

Klassitundide suhtes võiksime neid liigitada:

- 1) tööd, mis korraldatakse ja käsitletakse täiesti eraldi ja iseseisvalt klassitundidest — eraldisüsteem;
- 2) tööd, mis täiesti seotud harilikkude tundidega — ühendatud ehk liitsüsteem.

Algajatele on soovitav eespool-motiveeritud tõsiasiade alusel järgmisi põhimõtteid silmas pidada:

- 1) algada kordavate töödega, tarvitades esiotsa eraldisüsteemi;
- 2) tarvilist oskust omandades tuua sisse vähehaaval uurivat tüüpi töid;
- 3) alles vallates mõlemat tüüpi tööde juhtimist eraldisüsteemis, võib üle minna ühendatud töötamise viisile.

Ei tarvitse iseäraliselt selgitada, et ühte ja sama (sisu poolest) tööd võib käsitleda kas uurivalt, kordavalt, eraldi- või liitsüsteemis. Siin oleneb kõik sellest, kudas, kuidas ja mis eesmärgiga antud töö on korraldatud.

### Tööde käsitlemise meetodid.

Tööde käsitlemises on kaks põhimetoodi — rindeline (frontaalne) ja isendiline (individuaalne). Teised on ainult mitmesugused ülemineku-kujud nende kahe vahel.

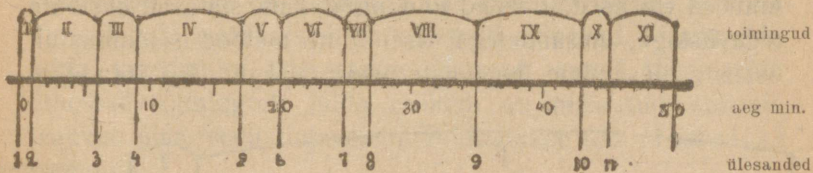
Rindelise meetodi all mõistame niisugust tegevuse korraldust, kus iga töö liigestatakse reaks üksikuteks toiminguteks, mida õpilased ühel ja samal ajal korruga õpetaja juhatusel täidavad. Terve töö läheb komandu järele. Sellepärast läheb tegevus toimingute kaupa vaheldamisi väikeste peatustega, et mahajäänud võiksid järele jõuda ja ühiselt tööd jätkata.

Rindeline meetod tuletab tugevasti meelde orkestri-mängu ehk veel suuremal määral ühiseid võimlemisharjutusi, kus ühesugused liigutused tekivad korruga õpetaja märguande peale ja liituvad ühte aja suhtes. Sellest tulebki ka nimi rindeline viis, töö ühel rindel, frondil, mis kaunis täpsalt tabab meetodi peatunnust (1. joonis).

Isendiline meetod annab töötajatele võimaluse täita antud ülesannet ses järjekorras ja selle kiirusega, mis vastab iga üksiku õpilase isiklikkudele kalduvustele. Üksikuid tööde etappe, toiminguid ei reglementeerita siin aja mõttes.

Töö antakse üles tervena, aga mitte üksikute osadena, ülesannetena. Õpilasele selgitatakse, mis ja kuidas tuleb töötada, antakse talle nii-ütelda eeskava töötamiseks ning ta jäetakse siis enda hooleks. Õpetaja ei pööra enam kõikide poole korraga dikteeritavate ülesannetega, vaid aitab õpilasi ainult üksikult.

Teadagi, et seesugusel töötamisel ei või soovitada ühesugust tegevust, kokkulangevaid liigutusi. Õpilased,

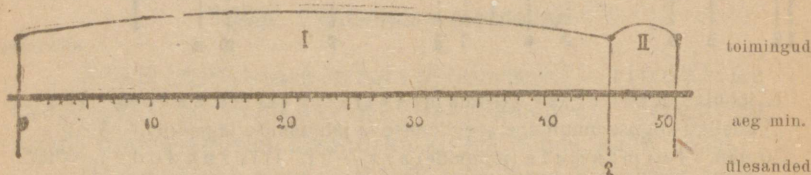


1. joonis. Rinde ise töötamisviisi näitlik skeem. Töö: „Vedeliku koguse muutmine soendamise ja jahutamise tagajärjel.“ Aeg — 50 min. Toimingute (tempode) arv — 11. Ülesanded: 1. võtta katseklaasid; 2. valida neile korgid; 3. võtta klaastoru; 4. puurida korkidesse augud; 5. valada katseklaasi vett nii, et vesi korkides tõuseks klaastorusse; 6. kokkuseatud riista proovimine; 7. valada klaas külma ja sooja vett; 8. laske riist külma vette; mida näete? 9. laske riist sooja vette; mida näete? 10. järeldused? 11. koristamine.

jäetud omaette, ei algagi tööd ühesarnaselt. Üks valmistab ja korraldab nõud, teine võib leida tarviliseks alguses reaktiivi kaaluda, kolmas on mures kaustiku kordaseadmise ja jne. Läheb mööda pool tundi ja õpilased erinevad oma tegevuses veel enam ning vaevalt leidub klassis veel paar inimest, kes täht-tähelt ühte ja sama teevad; olgugi et kõik sama tööd teevad, ühist ülesannet lahendavad.

Iseeneset arusaadav on, et õpilased ka lõpuotsusele ühel ajal ei jõua. Vilumatud, tossikesed, hakkamatud vaevlevad alguses kaua veel riista kordaseadmise ja kuna hakkajamad, nende õnnelikumad seltsimehed juba ülesande lõpetasid ja kaustikusse kirjutasid.

Vahe mõlemate meetodide — isendilise ja rindelise — vahel avaldub veel teravamini, kui neid graafiliselt kujutada, nagu see on tehtud joonisel (2. joonis.). Ristloodis joonele on märgitud aeg minutites ja loodis joonekestega õpetaja poolt ettedikteeritud üksikute tegevuste aeg. Vahed, tähendatud kaartega, on üksikute tegevuste täidesaamise perioodid — toimingud. Seesugused on mõlemad meetodid puhtal kujul. Rindelisele meetodile on iseloomulised väikesed, tihedad toimingud, katkestatavad üksikute tegevustega, ülesannetega. Isendiline meetod iseloomustub osaliste ülesannete, tegevuste puudumisega. Iga isendiline



2. joonis. Isendilise töötamisviisi näitlik skeem. Sama töö. Ühetunniline aeg. Ülesanded: 1. Kokku seada riist, nagu näidatud joonisel ehk väljapandud mudelil. Valmis seada kaks klaasitäit vett, külma ja sooja. Tähele panna muutusi ja vastata küsimuste peale. 2. Koristamine.

töö tehakse ühes toimingus, võttes, mille vältus ühte langetab kogu töötamise kestusega.

Oluliselt võib isendilist meetodi järeltada rindelise, kui iga toimingut pikendada ühe tunnini. Sest iga tunni lõpul tuleb õpetajal ka isendilisel töötamisel tasandada kõigi õpilaste tegevust, tehes kokkuvõtet, saavutades ühist tagajärge. Samuti on iga uue ülesande selgitamine õpilastele uue toimingu algus. Peab tähendama, et toimingute kestust võib pikendada ka enam kui tunni vältuseni niivõrd, et sellega ei piirdu mitte ükski ühe ülesande lahendamine, vaid terve kogu, tööde seeria, tsükli sooritamise. Teiste

sõnadega, õpetaja ei püüa tasandada üksikuid õpilasi nende tegevusis igaks uueks tööks, vaid annab lõpetajatele uued ülesanded, ootamata mahajäänuid.

Niiviisi eralduvad õpilased mitte ainult antud töö ülesande piirides, vaid terves töös. Klassis töötatakse ühel ajal mitme ülesande kallal. Seesugusel töötamisel ei tule õpetajal sugugi tegemist teha üldiste ülesannetega tervele klassile, vaid neid tuleb teha üksikutele õpilastele või nende rühmadele. See on isendilise meetodi tarvitamise äärmine kuju, kus ta iseärasused eriti teravalt esinevad. Vastupidi, mida sagedamini käsutatakse tegevust antud töös, mida lühemad toimingud, mida rohkem on määratud õpilaste tegevus ajas, seda tugevamini rõhutatakse töö rindelise iseloomu.

Nende kahe äärmuse vahel on terve rida üleminekuid, mis järk-järgult võivad viia rindelisel isendilisele meetodile ning vastupidi. Neid vaheastmeid nimetame ühiselt segametoodiks.

Kasutades segametodi, võib teda teisendada lõpmatuseni, nihutades etteotsa kas isendilisi või rindelisi jooni. Võib isegi osa tööd täita isendiliselt ja lõpul rindelisele meetodile üle minna, või vastupidi. See on seda mõnusa ja tarvilikum veel sellepärast, et üksikuid tööde osasid pole sugugi võimalik täide saata sama edukusega ühe meetodi abil: mõned elemendid tööst anduvad kergemini rindelisele töötamisviisile, teised isendilisele. Tuleb isegi vajadus mõnikord tööd juhtida rindelisel, kuid pikendada iga üksiku toimingu vältust, juhtides tunnitööd 3—4 toimingus. Sel juhul avaldub ühe toimingu piirides enam ehk vähem silmapaistvalt isendiline töö järjestus (3. joonis).

Segametood teenib seda enam tähelepanu, et ta püüab kasutada mõlemate põhimetoodide häid külgi, kõrvaldades sealjuures nende puudused.

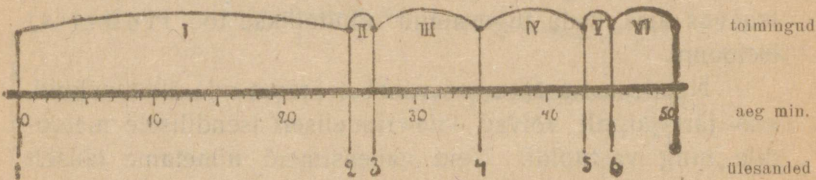
Seega esineb meil praktiliste tööde juhtimises kaks

põhimetoodi — rindeline ja isendiline, misjuures pealahkuminekuks nende vahel on töö korraldamine, käsitlemine, ja õpetaja aktiivne osavõtmine üksikute toimingute juhtimisest. \*)

### Rindeline meetod.

Tutvume nüüd ligemalt rindelise meetodi iseloomuliste joontega.

Rindeline meetod on eraldi lugupeetud Saksamaa koolides. Seal on ta praktiliselt välja kujunenud ja ka oma nime saanud (in gleicher Front). Eraldi on ta kultii-



3. joonis. Segatöötamisviisi näitlik skeem. Sama töö. Toiminguid — 6. Ülesanded: 1. Kokku seada riist, nagu näidatud joonisel või mudelil; 2. valmis panna kaks klaasi, külma ja sooja veega; 3. lasta riist külma vette; mida näete? 4. lasta riist sooja vette; mida näete? 5. järeldused. 6. koristamine.

veeritud füüsika ja keemia õpetamisel koolis. Viimaste 10—20 aasta vältusel on seda meetodi arendanud ja täiendanud Dannemann — Barmenis, Grimsehl — Hamburis ja eraldi Hahn, kes selle vaimustatum poolehoidja, Berliinis. Nende meeste tegevusel on rindeline meetod Saksamaal ka valitseval seisukohal, ta poolehoidjate arv on võrratu

\*) Neid metoode on vaadatud mõnel pool ka järgmises liigituses : a) eraldi töötamine ehk „mitme ülesande süsteem“, teisiti, mitmel rindel töötamine, b) ühel rindel töötamine ja c) laboratoorsete tundide meetod. Ses liigituses on palju sisemiselt vastukäivaid mõtteid, mispärast ülaltoodud liigitust ka eelistame.

suur. Mujal maadel, eriti ka Inglis- ja Venemaal, ei ole see meetod siiski suutnud omale laialdast poolehoidu võita. Seda tõendavad kongresside otsused, kui ka ankeetid, kus enamuse kaldub isendilise meetodi poole.\*)

Huvitav on, et viimastel aastatel on rindelist meetodi hakatud kahtlustama isegi ta kodus, Saksamaal. „Rindelises töötamises avaldub mulle mitte üksi abinõu üheaajaliseks üldise ülesande lahendamiseks, vaid veel midagi muud. Neis töodes on midagi vaenulist isendilisele arenemisele, rindeharjutuste sarnast. See on vale printsiip, mis ei vasta praeguse aja pedagoogilistele nõuetele. Siin tundub vana kooli vaim, mis end ehtinud ainult uute riietega.“ Nii kirjutab saksa pedagoog L. Wunder, üks praktiliste tööde pioneeridest oma kodumaal.\*\*)

Sama selgelt avaldab oma arvamist saksa kasvatus-teadlane G. Kerschensteiner: Praktiliste tööde korraldamisel ei tohi sugugi silmist lasta asjaolu, et üksikud õpilased tarvitavad iseseisvate tähelepanekute tegemiseks väga mitmekesist aega. Selle tõttu pole mitte kohane takistada ja koordineerida nende samme liiga tihedate korralduste ja juhatustega. See alandaks ja vähendaks ainult laboraatorsete tööde väärtust. Säärane hädaoht peitub just töödes „in gleicher Front“.\*\*\*)

Eeltoodud read näitavad rindelise meetodi tähtsamat puudust. Käsiteldud puhtal kujul, p ü ü a b ta nivelleerida kõiki õpilasi, vaatamata nende psüühilise ja füüsilise laadi, isiklikkude kalduvuste ja iseärasuste peale. Praegune kooli-

\*) Mendelejevi päev Peterburis 1912 ja 1913, Kolbe ankeet ja ülevenemaalised keemia, füüsika ja kosmograafia õpetajate päevad 1913—1914.

\*\*) Vaata: Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht, 1913 VI.

\*\*\*) Wesen u. Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts, Leipzig 1914, lehek. 91.

süsteem patustab, tervelt võetud, nii kui nii juba palju selles mõttes. Seda kurvem oleks, kui loodusteadus, mis peaks püüdma arendada ja kasvatada laste isetegevust ja tähelepanu, vastupidi — suurendab veel kooliõppuse varjukülgi.

Säherdune töötamine kasvatab õpilastest aina rindemehi, kes ilma komanduta ei julge ega oska astuda ühtegi iseseisvat sammu. See kartus on täiesti loomulik, iseäranis neil juhustel, kui rindelises metoodis tarvitatakse liiga lühikesi tihedaid temposid, mis iseenesest ju selle meetodi iseloomulisem külg on. \*)

Võrreldes ettetoodud puudustega, on teised rindelise meetodi vead väikesed ja tähtsuseta, vähem olulised. Võib ainult tähendada, et kaugeltki kõik tööd pole kohased käsitleda ühel rindel töötamiseks. Jaatavaid tagajärgi saame ainult niisuguste ülesannete lahendamisest, mis kergesti lubavad endid liigestada üksikuteks toiminguteks, liigutusteks, niivõrd lihtsateks, et neid võimalik on täita takistamata õpetaja etteütlemise järele. Sellevastu on võrratu raske juhtida rindelisel töid, mis vajavad enam vältava iseloomuga liigutusi, toiminguid ning kus tagajärjed saavad erisugused ja lahkajalised.

Ometi pakuvad just need tööd didaktilises mõttes tihti väga väärtuslist ainet, mida ei tohiks kõrvaldada. Juhatajad, kes tarvitavad erandita ainult rindelise meetodi, vaesustavad oma kursuse sisu, seda ainult mehhaniseerides.

Viimaks veel üks rindelise töötamise halbust. See on puhas ainelist, majanduslist laadi. Korruga töötamine, sama ülesande kallal ühesuguste riistadega, nõuab palju õppevahendeid ning teeb sellega terve sisseseade kallimaks. Mida lühemad tempod, mida paremini õpetaja tasandab õpilaste tegevust, seda enam avaldub see külg. Sellevastu võib

\*) F. Indrikson, Физическое обозрѣние 1908. lhk. 218.

isendilise meetodi puhul üks ja sama riist teenida mitut õpilast järgemööda. See ei puutu mitte üksnes nendesse isendilise meetodi vormidesse, kus klassis lahendatakse ühe korruga mitmesuguseid ülesandeid, vaid ka sellesse juhusesse, kui kõik õpilased teevad ühte ja sama tööd (isendiline meetod „tunnilise tempoga“).

Näide selgitab meile seda kõige paremini. Oletame, et õpetaja annab üles töö: „Süsihapu gaasi saamine ja ta omadused.“ Töö algab tarvilise riista kokkuseadmisega. Rindelise meetodi korral läheks töö järgmiselt: Õpetaja annab üksikud käsud: „Võtke keedupudel! — Valige kolbile paras kork! — Litsuge korki korgipigistajas! — Puurige korkidesse augud! — Painutage torud, nagu kirjeldatud joonisel! jne. Kui klassis töötab 30 inimest paarikaupa, siis on selge, et nende tööde korraldamiseks läheb vaja 15 korgipuuri, sama palju korgipigistajaid, viiliseid jne. Isendiliselt töötades selgitatakse ülesanne õpilastele ära, näidatakse (joonistuse või mudeli abil), missugused riistad on tarvis kokku seada, ja jäetakse töötajad nende endi hooleks. Neil tingimustel on raske oodata, et nad läheksid esiti kõik korruga kõrge puurima, selle järele torukesi painutama jne. Palju tõenäitlikum on, nagu seda kogemused tõendavad, et ühed hakkavad torukesi lõikama ja painutama, teised valivad kõrge jne., toimetavad ühel ajal mitmete tööde kallal. Täiesti arusaadav on, et seesugustel tingimustel võib kaks korda vähema arvu puuride, viilidega j. t. laboratoorse sisseseade asjadega läbi saada.

Et meie koolid pea erandita ei või kiidelda oma sisseseade toredusega, küllusega ja loodusloo õpetajad vahest kõige vähem ses suhtes on hellitatud, siis tuleb viimast väidet arvesse võtta takistusena rindelise töötamisviisi vastu.

Eelkirjeldatud read esitavad nii mõndagi rindelise meetodi puudust. Ometi avaldab viimane ka mõnegi jaa-tava omaduse, millest vaikides ei või mööda minna.

Kõige esiti — rindelisi töid on kergem läbi viia kui isendilisi. Nad distsiplineerivad õpilasi, ja õpetaja võib oma tähelepanu ja jõudu koondada tervelt töö juhtimisele, ilma ennast killustamata kõrvaliste asjade peale.

Laboratooriumis valitseva tegevuste ühetaoluse puhul on palju kergem viga ja eksitusi märgata ning õigel ajal neid parandada ehk koguni ära hoida. Kui rindelised tööd on seatud õieti, siis lähevad nad ühetasaselt, libeõalt, avaldades väga ilusat muljet, iseäranis just siis, kui on koostöötajaid rohkesti. Üldiselt pakuvad nad enam välist korda, kui isendilised tööd oma võimatu kirju tegevusega.

Väga tähtsaks paremuseks on rindelisele meetodile viimaks see asjaolu, et ta ei anna õpilastele võimalust töödega liiga lahku minna aja mõttes, olgu klassis tugevad ja nõrgad, ruttavad ja aeglased töötajad. Ruttajaid peatab ta, aeglasi virgutab, tasandades nende tegevust iga uue tempo algusel, saavutades lõppu peaaegu korraga.

Kujutame endile kahte jalakäijat — nii väga lugupeetud meie matemaatika-ülesannete kogudes, — kelledest üks käib teisest kaks korda rutemini. Minema hakkavad nad korraga ja peavad eesmärgini 10 versta ära käima. Kui kumbki sammub omaette, iseseisvalt, siis on esimene juba kohal, kui teisel veel pool teed käia jääb. Oletame nüüd, et nad lähevad nii, et kiirem käija peab seltsimeest iga verstatulba juures ootama. Siis ei ole nende vahe tee lõpul rohkem kui pool versta. Pikk ooteaeg on ruttajale vähem tähelepandiv, kui see on jaotatud kümneks osaks. Aeglane sammuja, nähes ootavat kaaslast, kiirustab tahtmata oma sammu.

On rida töid, kus osavõtjate lahkuminek töötamisel ajas on täiesti soovimatu nähtus. Need on niisugused tööd, kus materjal vajab klassis läbitöötamist lühikese aja jooksul. Samuti kahjulik on ajas lahkuminek ühendatud tüüpi tööde teostamisel.

Nii näeme, et rindelisel metoodil on mõnesugustel töökorraldamise tingimustel kahtlemata palju väärtusi.

Huvitav on märkida, lõpuks, õpilaste eneste suhet ühes rindes töötamisele. Niipalju kui seda on võimalik olnud selgitada, kannatavad klassi aktiivsed elemendid nende tööde all, vastupidi, rohkem passiivsed õpilaste rühmad painduvad heameelega õpetaja juhtivate käskude alla.

Nagu siit järeldada võime, on rindelisel metoodil küllalt häid külgi, mis teda sugugi ei luba eitada.

Hädaohtlik on ainult vaimustuda sellest nähtavast küljest ja püüda töid ilma erandita ühel rindel läbi viia, nagu seda harilikult kahjuks tihti tehakse. Ainukese põhimetoodina ei kannata ta muidugi arvustust välja, olgugi et mitmesugused selle meetodi kombinatsioonid isendilise töötamisega mitte ainult lubatud pole, vaid soovitavad on. Nende korraldamiseks, nagu allpool näeme, leidub ka väga palju ja laialdasi võimalusi. Organiseerides praktilisi töid isendilise meetodi järele, võib aeg-ajalt mõne osa tööd, teinekord ka terveid üksikuid töid, rindelisel korraldada, ilma et kahjatseda tuleks. Vastuoksa just on väga hea, et aeg-ajalt klass tunneks ennast tervikuna, üksusena üles astuvat, juhitud ühest tähest, ühest sõnast, nagu traavi väljasõitev eskadron. Üldiselt on vaja, et klassi põhitoon ei oleks ühetaoline ja igav, et õpetaja ei sarnastuks taimega, mis valmistab mett ainult ühte liiki mesilastele.

### Isendiline meetod.

Kui rindeliline meetod on saksa kooli sünnitus, siis on isendiline kultiveeritud peaaesjalikult inglise, ameerika ja vene koolides. Praktiliste tööde arenemise ajalugu Venemaal näitab selgesti, et algastme loodusteaduse õpetamisel on sammuatud täiesti iserada. Lääne-Euroopa koolid ei tunne sugugi eluta looduse algkursust, mis Venemaal aga

80. aastates A. Herdi loodud ja mis moodustas vene kooli iseloomulise külje. See väärtuslik iseärasus, eraldades vene kooli Lääne-Euroopa koolidest, oleks peaaegu lämmatatud XX aastasaja algul D. Kaigorodovi ettepanekuga, istutada vene kooli ka saksa surnult sünnitatud teost — ühingute meetodi. Õnneks ei leidnud need katsed poolehoidu ja eluta looduse kursus jäi endiselt püsima. \*)

Kooli laboratoorsete tundide idee tekkis Venemaal umbes sada aastat tagasi, mineva aastasaja 30. aastatel. Üheks esimeseks tema kuulutajaks oli merkadetikorpuse õpetaja Heiler. 60. aastate alul harutasid seda küsimust elavalt A. Herd, A. Warneck ja teised pedagoogid. Samal ajal ilmusid ka esimesed katsed korraldada praktilisi töid eluta looduse kursuse läbiviimisel. A. Herdi õpperaamatus\*\*) esinesid need katsed juba süsteemi seatult „õpilaste iseseisvate tööde“ nime all. — „Ei saa küllalt soovitada neid praktilisi töid,“ kirjutab kadunud pedagoog, „sest pole paremat abinõu äratada lastes huvi ja arendada nende tähelepanu ja iseseisvust, kui asetada neid väikeste iseseisvate loodusuurijate seisukorda.“ Herdi poolt esitatud tööd kannavad selgeid isendilise meetodi tunnuseid.

A. Herdi järglasena praktiliste tööde organiseerimise alal ilmus L. Nikonov. Ta laiendas ja töötas põhjalikult läbi Herdi poolt algatatud mõtted ja ülesanded eluta looduse alal esite Tenischevi koolis Peterburis (1898. a.) ning selle järele Lesnoi kommertskoolis (1904. a.) ja terves reas teistes õppeasutustes. L. Nikonovi tööd \*\*\*) on samuti organiseeritud ja läbi viidud isendilise meetodi järele, selle

\*) Seda vaatekohta ei või täies ulatuses õigeaks tunnistada. Tõlk.

\*\*) „Предметные уроки“, 1. väljaanne, 1883. a.

\*\*\*) Vaata Л. Никоновъ, „Практическія занятія по начальному курсу природовѣдѣнія и Постановка практическихъ занятій по начальному курсу природовѣдѣнія, 1913.

juures mitte üksi „tunnitempos“, vaid ka „aastatempos“, kus selle meetodi omapärased jooned iseäranis selgelt reljeefselt silmapaistvatena avalduvad.

Nii siis tekkis ja arenes Venemaal praktiliste tööde idee eluta looduses isendilise meetodi põhjal.

Saksa kool sellevastu ei tunne iseäranis palju mainitud meetodile kaasa. See tundub isegi nende tööde nimetuses. „Regellos“ kutsuvad nad seda töötamisviisi. Selles nimes on varjatud isegi väike avalik põlgus. Vene meetodiline kirjandus tõlgib seda nimetust sõnaga „laiali“ (вразсыпную).

Isendilist meetodi hinnates tuleb esimesele kohale nihutada laialdane võimalus oma oskuse ja jõu kohaselt töötada, ennast iseseisvalt, ilma välise sunduseta ja nivelleerimata arendada. Selle isikliku töövabaduse puudust tuli tunnistada rindelise meetodi peaveaks ja nõrgaks küljeks. Õppetöö individualiseerimine, selle korraldamine vastavalt üksikute õpilaste võimistele ja hingelistele kalduvustele on juba uuema aja pedagoogika üheks põhinõudeks. Ja kui praktilised tööd seda külge õppetöös suudavad veel tugendada, siis nad ainult tõstavad sellega tõsiselt oma väärtust.

Isendilise meetodi järele töötades tunnevad õpilased vähem õpetaja juhtimist. Õpetaja isik taganeb tagaplaanile. Ta esineb ainult nõuandjana, abimehena üksikutele töötajatele, ei mingil kombel aga dirigendina laboratoorses orkestris. Õpilased on jäetud enam omaette, iseseisvateks. Nende üksikuid liigutusi ei dikteerita, ei öelda ette, vaid need järgnevad üldisest töökavast. Üksikud momendid tegevuses ilmuvad ses järjekorras, mis vastab noore uurija omadele soovidele ja töö nõuetele. Neid pole ka võimalik sõbralt kopeerida, järele teha, sest see võib sel pilgul hoopis teist teha, mis just omane tema iseloomule ja soovidele. Õpilasel on ees ainult üldine

perspektiivne pilt töö käigust, mis selgus õpetaja seletustest, kuid eesmärgile sammub ta iseseisvalt ja vabalt.

Kõike seda arvesse võttes võime tõestada, et isendilisel meetodil on palju suuremal määral isetegevust arendavaid elementa, kui seda leiame eespool-vaadeldud rindelisel meetodil. Kui siin veel meelde tuletame, et kooli praktiliste tööde põhi-ülesanne, mis nende olemasolu üldse õigustab, on isetegevuse arendamine, siis suurendame sellega isendilise meetodi aktivat veel enam.

Need harutused võimaldavad meile, kooli vaimukavatavalt vaatekohalt kõneldes, viimast töötamisviisi kui mitte ainuvääriliseks lugeda, siis ometi domineerivale kohale asetada, olgugi et ka temal ei puudu rida ebakohaseid omadusi.

Peanõrkuseks, -puuduseks tuleb lugeda, nagu me seda nägime eespool, õpilaste lahkuminekut töötamisel aja suhtes. Kui korraldada töö, mille lahendamiseks on arvatud umbes tund aega, siis võime kindlad olla, et alati leidub õpilasi, kes selle ülesande 10—15 minutiga sooritavad, kuna suurem hulk vaevalt vahest tunni lõpuks sellega toime saab. Kahetunnilise töö tagajärjel on lahkuminek ajas muidugi veel suurem ja märgatavam. Õpetaja asetub raskesse seisukorda. Mis teha enneaegu lõpetajatega? Koju lasta on võimalik vahest ainult siis, kui praktilistele töödele ei järgne teisi tunda. Kuid tihti pole see ka sel korral mitte alati võimalik, olenedes kooli üldsest korrast. Anda täiendavaid ülesandeid on pea kõige mõnusam abinõu, ainult tagavaraks peavad need õpetajal olema igaks puhuks. Heaks abinõuks, mida tihti võiks tarvitada, oleks lõpetajaid juhtida sõpradele, kes aeglaselt töötavad, abiks. Lõpuks oleks võimalik neile järgmist tööd kursusest anda. See toob aga enesega kaasa väga tähtsad tagajärjed: tuleb tunnilisest tempost üle minna aastatempole — mitme töö süsteemile. Lugeja näeb, et kirjeldatud halb on kõrval-

datav ja väljapääsu-teid on mitu. Missugust teed käia, see oleneb õpetaja vaatest.

Kõige rohkem vastuvõetavaks väljapääsu-teeaks on üleminek „aastatempo“ peale, mis oleks isendilise meetodi üks teisend. Nende teisendite vaatlemisele asumegi.

### Isendilise meetodi teisendid.

Isendilist meetodi võib tarvitada kahel kujul: tunni-tempo ja aastatempo. Tunnilist tempot võib teisiti nimetada „ühe-õppetunniliseks“. See on niisugune tööde juhtimise viis, kus õpilased töötavad küll isendiliselt, kuid selle tunni jooksul teevad kõik ühte ja sama tööd. Nende üksikud toimingud ei lange ühte, sest et töö faas pole korraldatud ei ajas ega vastastikus järjestuses. Kui töötamiskäik lubab, võivad õpilased üksikuid osiseid oma tahtmise järele ümber paigutada. Ühele töötajale meeldib kaaluda kõige enne reaktiivi ja siis kokku korjata seadis, riist, kuna teisele jälle vastu-pidine talitus meeldib; see on iga õpilase isiklik asi. Olgugi et õpilased ülesande lõpetavad mitmel iseajal, kuid õpetaja tasandab nad iga kord järgmise töö jaoks, nii et lahkumine võib olla ainult selle töö piirides.

Aastatempo on mitme töö süsteem. See isendilise meetodi teisend võib kergesti järgneda, nagu nägime eelmisest, niipea kui õpetaja ei tasanda õpilasi iga uue töö ülesandmise eel, vaid kõigile lõpetajatele annab uued tööd. Töötajad eralduvad ruttu 2—3 ja rohkem tööga ja ei tasandu kordagi terve aasta kursuse kestusel. Osavamad ja oskajad jõuavad teha selle süsteemi järele töötades kooliaja vältusel 20—30 tööd, kuna nõrgemad ei suuda vahest kümnekondagi tööd lahendada.

Et anda lugejale pilti sellest, kuidas sellesüsteemilisi praktilisi töid korraldada, toome alamal tavalise juhtimise

kirjelduse, milles ka küllalt selgelt isendilise töötamise ise-loomulisemad tunnused silma paistavad\*).

Õpilased enese lähedale kogunud, jutustab õpetaja kavatsetava töö sisu, kirjutab nime tahvlile; kui tarvis, selgitab jutustust joonistega. Tihti on tarvilik asetada ühistöötamis-lauale valmis riist, mis oleks õpilastele tarvismineva riista kokkuseadmisel eeskujuks, mudeliks.

Kõike seda arvesse võttes võime tõestada, et isendilisel meetodil on palju suuremal määral isetegevust arendavaid elementa, kui seda leiame eespool-vaadeldud rindelisel meetodil. Selle asja seletuse lõpetanud, laseb õpetaja kuulajad minna, sõnades:

„Nüüd algage tööd! Kellele mõnda meelde ei jäänud ehk kellel mõni asi hästi ei lähe, see pööraku minu poole!“

Siitpeale nihkub õpetaja isik nagu tagaplaanile. Õpilased seavad riistad kokku, hakkavad töötama, teevad märkusi. Õpetaja liigub laudade vahel, jagab üksikuid selgitusi mahajääjatele, vaatab kaustikud läbi, õiendab tagajärgi, vastab ette pandud küsimustele, ilma et klassi üldiselt silmist laseks. Senni esineb harilik pilt isendilise meetodi järele korraldatud tööst, kus kõigil ühine ülesanne. Pea võib aga märgata, et osa õpilasi jõuab teistest ette ja lõpetab. Juba üks lõpetas ja küsib, mida edasi teha. „Oota veidike, silmapilk lõpetavad veel mõned teised, siis annan teile kõigile uue töö.“ Mõne minuti järele on lõpetajate arv kasvanud. Õpetaja kutsub nad kõik ühistöötamis-laua juurde ja selgitab järgmise ülesande, kirjutades üles selle nime ja tarvilikud joonised. Paljudel juhtumisel on hea kasutada lühikest valmiskirjutatud ehk trükitud töökirjeldust, mille võib kas seinale riputada ehk jaotada õpilastele kätte. Mõne aja pärast kogub õpetaja suure

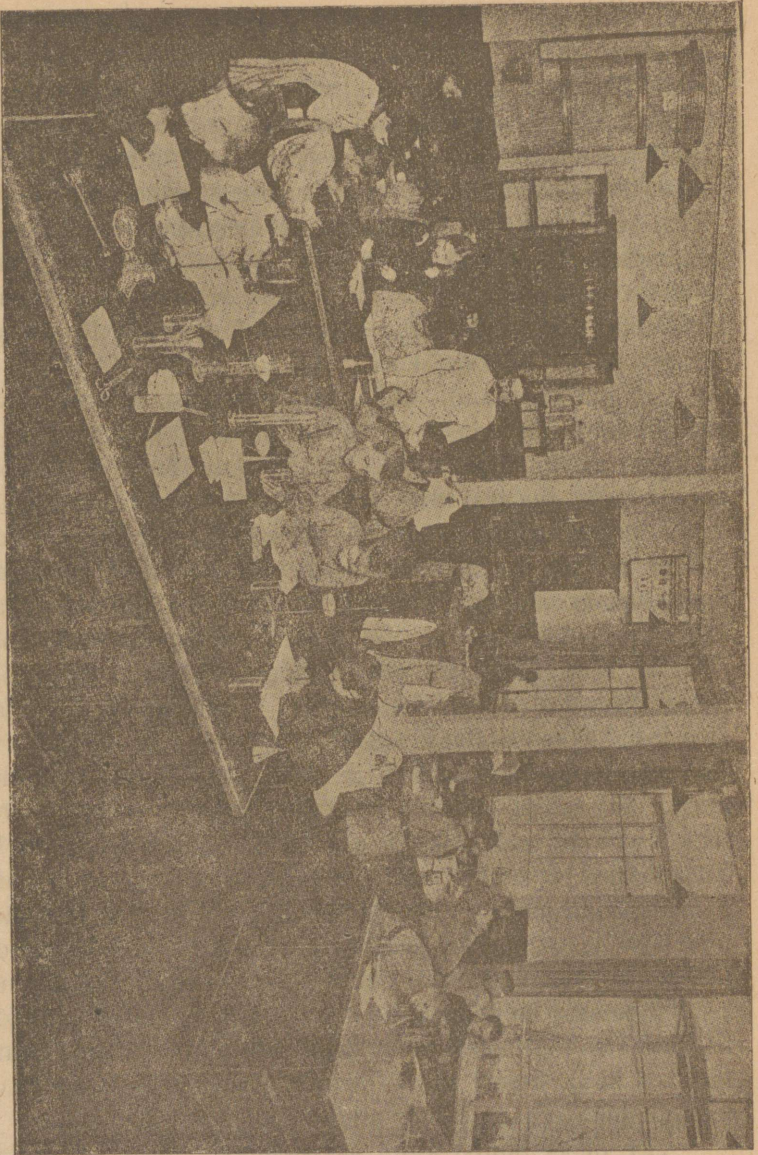
---

\*) Raikovi kirjeldus „Практическія занятія по неживой природѣ“. Естествознание въ школъ № 2.

rühma esimese töö lõpetajaid ning esitab neile samuti teise ülesande. Nüüd töötatakse klassis juba kahe ülesande kallal. Aja jooksul jõuavad järele ka viimased pikaldased töötajad. Sama aja vältusel võivad mõned väledamad jõuda lõpule ka teise tööga. Nende juurde juhivad nüüd õpetaja viimaseid esimese töö lõpetajaid omale ülesande saamiseks. „Küsi sellelt poisilt; see tegi seda ülesannet ja võib sulle selgitada.“ Tund hakkab lõppema. Minutit viis enne helistamist annab õpetaja märku, et kõik seisma jääksid, ning kui vaikus tekkinud, ütleb: „Töö on lõppenud! Kustutage piirituslambid! Hakake koristama! (4. joonis).

Järgmisel tunnil, kui õpetaja õpilased teist korda praktiliste tööde klassi toob, on nende esimene töö — jooksta oma töötamiskastide juurde, välja võtta oma lõpetamata tööd, mis seal seisavad möödaläinud nädalast saadik. Kuid õpetaja keelab neid kohe algamast, vaid kutsub enda juurde ja annab lühikese eelseletuse. Kõige enne peab teada saama, missugust tööd keegi enne tegi ja missuguse osa juurde ta seisma jäi. Selgitust saab näituseks sel viisil. „Tõstke käed üles, kes veel ei lõpetanud esimest tööd!“ Tõstetakse üles kümnekond kätt. „Jutusta, NN, kuidas sa edasi hakkad tegema seda tööd, tuleta meile meelde!“ Tuletatakse meelde töö sisu ja kord. „Kel tarvis teha esimest tööd, astugu kõrvale. Tõstke käed üles, kel on tarvis teha teist tööd, ehk kes tegi teda, kuid ei lõpetanud veel?“ Tõuseb üles terve hulk käsi. On selge, et teine töö on tänase päeva pea-ülesanne. Õpetaja seletab veel ta sisu ja palub neid kõrvale astuda, kel seda vaja on teha. Õpetaja juurde jääb nüüd veel väike salgake. Need on need, kes mineva kord lõpetasid ka teise töö ja kelledele on tarvis selgitada ka kolmat. Õpetaja annab neile vastava ülesande ning kirjutab kõigi kolme töö nimetused tahvlile ja laseb terve kannatamata ootava hulga minna tööle.

See oleks puhtal kujul aastatempoga töö. Arusaadav



4. joonis. I klassi õpilaste praktilised tööd loodusloos Peterburi Lesnoi kommertskoolis.

on, et aasta lõpuks töötajad üksteisest väga palju lahku lähevad. Ja et töötajaid vähegi tasandada, tuleb ettejätnud kas osast tööd hoopis vabastada ehk jälle korraldada nendele rida mittesunduslikke ülesandeid lahendamiseks. Need oleksid neile lisatööd.

Missugune neist kahest isendilise meetodi teisendist oleks parem? Aastatempoline töö individualiseerib õpilasi kõige enam, jättes nende isiklikkudele võimistele ja omadustele avaraid võimalusi. Kuid sellel töötamisviisil on kaks tähtsat tagajärge: ta nõuab tingimata tööde lahussüsteemi ja lepib ainult kordavat tüüpi töödega. Tunni-tempoline töö sellevastu, säilides kõiki isendilise meetodi peajooni, võimaldab tihedamat sidet ajas klassitundide ja praktiliste tööde vahel ning lubab korraldada uurivaid töid ja koguni tarvitada liitsüsteemi. Seda just peabki silmas pidama õpetaja, kes valib omale töötempo.

### Segametood.

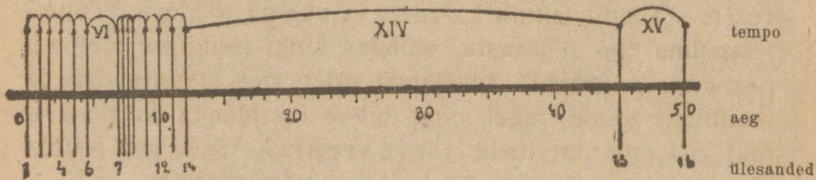
Segametoodi all mõistame mitmesuguseid rindelise ja isendilise meetodi vahelisi ülemineku-vorme. Need sisaldavad endis nii ühe kui teise meetodi elemente. Säara-seid ülemineku-vorme võib olla palju, ning segametood kujutab endast õieti rea teisendid, mis teda ligindavad sellele või teisele algkujule, lähtemetoodile.

Kõigi nende kombinatsioonide peamõtte seisab muidugi selles, et kasutada mõlemate algmetoodide häid külgi ja kõrvaldada varjukülgi. Allpool-järgnev joonis annab ühe lihtsama kombinatsiooni näitliku kuju. Oletame, et õpetaja annab töö: „küünlatule-leegi ehitus“ (kirjeldatud siin raamatus). Teda võiks läbi viia terveni isendilise meetodi abil, ent et töö esimene pool seisab koos hulgast lihtsaist ja lühikesist toimingust, siis võib ta seda juhtida rindelisel,

jättes teist poolt tööst õpilastele käsitleda isendilise metoodiga (5. joonis).

Tihti võib tarvitada ka vastupidist järjekorda — alata tööd isendiliselt ning teataval staadiumil üle minna rindelise meetodi tarvitamisele (võrrelda joon. 3). Mõnikord lõikuvad rindelised käsitlused keset tööd, seda nagu inkrusteerides, lõhestades kahte ossa jagades.

Missugune järjekord valida, ripub peaaesjalikult tundma-õpitavate objektide iseloomust. On töid, mille sisu mitte



5. joonis. Segatöötamisviisi näitlik skeem. Töö: „Küünla leegi ehitus“. Aeg — 50 m. Esimene osa tööd tehakse rindes (13 toimingut 12 m. jooksul). Teine osa töötatakse isendiliselt. Ülesanded: 1. võta küünal! 2. süüta põlema! 3. mitu osa on leegis? 4. missugune osa on kõige heledam? 5. kõige tumedam? 6. võtke üheksa tuletikku; 7. hakatage üks tikk põlema sisemises koonuses, lugege sealjuures iseneses: üks, kaks, kolm . . . jne.; 8. teine! 9. kolmas! 10. tehke samuti keskmises koonuses; 11. välimises! 12. missugune osa on kõige külmem? 13. missugune osa on kõige kuumem? 14. painutage klaastoru, nagu näidatud joonisel, ja koguge steariini-auru sisemisest koonusest; kas ta põleb? 15. koristamine.

ainult ei kõnele segametodi tarvitamise vajadusest, vaid täiesti selgelt näitab, kus kasulikum ja mõnusam on minna isendiliselt ja kus rindelisel. Säherdused on näiteks zooloogilised lahkamised — selles suhtes väga tüübilised tööd. Mõne vähi ehk konna lahtilõikamise käsitlemine rindelisel on tihti aga raskendatud: õpilaste töötamisliigutused on looma prepareerimisel liiga isesugused ja keerulised, et neid võimalik oleks reglementeerida; ka objektid pole mitte

ühesugused: ühtedele juhtusid isased, teistele — emased, ühtedel on loom suurem, prepareerub kergemini, teistele juhtusid vähem soodsad objektid jne. Siin ei aita komandu korraldused. Tuleb juhtida mitte jutustamisega, vaid näitamisega. Kõige parem on enne lahkamist koguda õpilased laua juurde, ruttu avada loom nende silma all ja näidata kõik tarvilised võtted, ning lasta õpilastel seda iseseisvalt teha, s. o. korraldades tööd isendilisel. See puutub ka üksikute orgaansüsteemide prepareerimisse. On sisikonna üldine asetus tundma õpitud ja aeg üle minna, näiteks, seedimistoru prepareerimisele, siis kutsub õpetaja jälle töötajad katselaua juurde ning näitab, mis ja kuidas neil on tarvis edasi teha. Sellevastu on looma välimuse ja juba valmis prepareeritud objektide vaatlemine kasulikum käsitleda rindelisel, lastes kõiki õpilasi korraga üht või teist orgaani välja otsida, ära määrata ta kuju, värvi, seisukohta jne.

„Kummad jalad on konnal pikemad — tagumised või esimesed? Lugege, mitu varvast on esimestel? tagumistel jalgadel? Mille poolest lähevad nad lahku? Avage konnal suu! Katsuge sõrmega, kas on tal hambaid? alumises või ülemises lõualuus“ ? jne. Niiviisi algab töö täiesti rindelisel (välimuse ülevaade). Siis läheb töö edasi peaaesjalikult isendilisel teel (päris lahtilõikamine), kuid mitte ühes, vaid mitmes õige pikendatud tempos, mida lahutavad rindelised võtted. Töö lõpul, kui preparaadid valmis, ilmub jälle sagedate tempodega rindeline viis uuesti.

See näide (olgugi et ta pole eluta loodusest võetud) selgitab väga hästi mitmesuguseid isendilise ja rindelise meetodi ühiseluvorme ja seda sidet, mis avaldub õpitava materjali iseärasuste ja tundmaõppimise meetoodiliste võtete vahel. Praktilised tööd zooloogias on segametoodi tarvitamise klassikalised kujud.

Üldsel võttes on see meetod üks painduvamatest

vahenditest õpetaja käes. See avab talle terve rea võimalusi ja jätab suure vabaduse tema isiklikkudele kalduvustele ja maitsetele. Ühendades ja põimides algmetoodide võtteid tuhandel viisil, võib segametood rahuldada nõudeid.

Sellega lõpetame tööde juhtimise metoodide ülevaate.

On püütud täielikult ja võimalikult erapooletult kirjeldada nende jaatavaid ja eitavaid külgi, selgitades nende vastastikku sidet, ja välja töötada teatud terminoloogia, mis oleks põhjendatud alaliste tunnuste peale.

Praktiliste tööde piirkond on lai väli pedagoogiliste tööde tarvis. Kinnistada mingisugust metoodi kui ainsat ja kõige paremat oleks praegusel ajal ettevaatamatus. Ühineme sellepärast esimesel ülevenemaalisel füüsika ja keemia õpetajate kongressil 1914. a. ülesseatud lausega:

„Õpetajatele jäetakse täieline vabadus praktiliste tööde käsitusmetoodi valimises.“

### Koostöötamine.

Töötamistüüpide ja nende üldiste käsitusmetoodide vaatlemise järele asume töötajate tegevuse, nende vastastikkude suhete, arvu jne. lähemale selgitamisele. Harilikum ja kõige lihtsam laboratoorne töö on see, mille juures üksik õpilane teeb oma töö täiesti lahus ja rippumata oma naabritest. Me nimetame seesugust korda isoleerituks, eraldatuks. Eraldatud töötamiskorras on tööde, ülesannete hulk sama suur kui töötajate õpilaste arv. Selle vastu on rühm- ehk kooperatiivses korras üks töö kahe, kolme ehk rohkema arvu õpilastele antud ning tööde arv on vastavalt vähem töötajate arvust.

Klass, kus 30 õpilast, võib jaguneda näiteks kahekaupa 15 rühmaks, ehk kümneks 3 kaupa koos, ehk 5-eks kuuekesi rühmas jne. Iga rühm saab ühe ühise töö, mida ta koos teeb.

Rühma viisi töötamine on tekkinud eestkätt tehnilistel ja ainelistel põhjustel. Tihti ei jatku igaühele omaette riistu, aine on liig kallis, ruumid on kitsavõitu jne. Mõnikord eelistab õpetaja rühmtöötamist eralditöötamisele veel sellepärast, et ta tähelepanu niipalju ei killustuks ning tal kergem oleks jälgida üksikuid töötajaid ja neid aidata, sest riistade hulk on ju palju vähem.

Vaatleme, kas ei ole rühmtöötamisel peale tehniliste eelistuste ka veel muid pedagoogilisi omadusi. Seda küsimust, olgugi sisuliselt väga tähtsat, pole senni pedagoogilises kirjanduses peaaegu puudutatud. Ometi on ju rühmtöötamine harilik nähtus laboratooriumides. Peatame ta juures veidi kauemini.

Kaks õpilast saavad endile ühe ülesande. Oletame, et see on: „Süsihapu gaasi saamine ja tema omaduste tundmaõppimine.“ Kuulame nende elavat ja rutulist jutujutamist: „Ma painutan toru, sina puuri korki. Võta pikem toru, vaat', seal kassis! Valesti painutasid, viltu läks. Las' parem mina katsun!“ Riista osad on valmis, koos seatakse riist kokku. „Puista marmorit! Sa anna hapet! Peergusid võta rohkem. Noh, nüüd hoiä sa klaasi ja süüta peerg põlema!“ Nii on uuritud ja tundma õpitud gaasi omadused ja ta suhe põlemisega. „Kas sa oskad lubivett valmistada? Anna, ma teen, sina lase gaasi läbi. Ah sina! Kas kurn nii tehakse! Vaat', nii!..“

Praktiliste tööde juhtimisel võime kuulda seesuguseid jutte sajas teisendis. Nad on ka möödapääsmatud, sest rühma viisi töötades ei teostelda mitte üksi ühist eesmärki, vaid jaotatakse ka tööd ja tegevus selle saavutamiseks. Selleks on aga ühist kokkulepet ja kohanemist üksteisele vaja. Kui üksikute tegelaste tegevus ei ole vastastikku koordineeritud, ei tule tööst ka midagi välja. See kokkulepe, koordineerimine on lihtne, kui rühm koos on ainult kahest isikust. On aga nende arv suurem ja ka töö, üles-

anne keerulisem, läheb keerulisemaks kokkuleppimine ja tööjaotus.

Rühmalisel töötamisel esineb kergesti ja tunduvalt ka tugevamate abi ja juhtimine nõrgemate suhtes. Vastastik olenevus ja töö lõpusaavutuste eest vastutustunne kõrvaldavad isekad, egoistlikud huvid. Rühmalised tööd on eestkätt ühisel alal koostöötamine. Pedagoogiliselt on aga seesugune koostöötamine, õieti ühistöö printsiip, väga väärtusline. Ainult kooliõppus jätab sellele ühistöö printsiibile vähe võimalusi. Klassis istuv õpilane, kuulates õpetajat ja vastates tundi, töötab kõige pealt endale ja oma eest, kui üksik isoleeritud üksus. Teine asi on laste mängud. Kui pedagoogiline teadus tunnistab neid tähtsateks kasvatusesementideks, siis osalt ka sellepärast, et need kujutavad endas üht abinõu ühiskondlikkude tunnete kasvatamiseks ja arendamiseks. Praktilised rühmatööd ei võimalda mitte vähem nende harjumuste kasvatamist. Ent vähe on veel sest. Mängud ühendavad õpilasi lõbusaks meelelahutuseks, aga praktilised tööd — tõsiseks tööks, mis nõuab niihästi silmamõõtu ja füüsilist osavust kui ka puhtintellektuaalset tegevust. Need põhjused kinnitavad meile veel liigne kord, et laboratooriumitööd kujutavad väga spetsiifilist algatust, mis erineb üldisest kooliõpetuse tüübist ning sunnib iseäralist tähelepanu juhtima rühmkorralduste peale, nähes neis mitte ainult lihtsat ökonomia põhimõtet, vaid ka väärtuslikku pedagoogilist abinõu.

Et rühmatööd võiksid olla tõsiseks ühistöötamiseks ning ilmutaksid kõiki oma jaatavaid külgi, seks on tarvis mõnesuguseid tingimusi silmas pidada. Eestkätt ei tohiks rühmad olla liiga suured osavõtjate poolest. Moodustades suuri rühmi, jätame mõne jao töötajaid passiivseteks pealtvaatajateks, kellel ei leiduks parajat osa; see on aga kõige vähem soovitav. Töö, mis antud rühmale, peab võimaldama rea toiminguid, mida oleks kõlblik jaotada

koostöötajate vahel. Ei ole see võimalik, siis on parem tööd eraldatud korras teha. Moodustades rühmi, ei tohi õpetaja ühendada koostöötajaid mitte puhtmehhaaniliselt, näiteks tähestiku järele. Parem on lasta neid ühineda oma loomulikkude kalduvuste järele; seesuguse vabalt tekkinud rühma liikmed lepivad kergemini endi vahel kokku ning töö läheb neil palju edukamalt kui juhuslikult kokkuliidetud koostöötajatel.

Rühmade sisemise vahekorra korraldus on kõige parem jätta töötajate eneste hooleks. Tuleb ainult tähele panna, et aktiivsemad liikmed ei võtaks hegemooniat oma kätte, vaid annaksid ka pikaldasematele ning vähem energilistele naabritele mahti töötada. „Ta kobab liiga kaua — parem ma teen ise ta eest!“ vastab teile mõni tulipea, kannatamata vaadeldes oma kaastöötaja saamatuid võtteid. „Siis ei õpiks ta ju kunagi hästi töötama; ei, parem sa näita talle, kuidas peab tegema, paranda tema tööd, aga teha lase tal enesel!“ Selle soovitusega annate teie tulipeale mahti esineda juhataja osas ning teie abiliseks olla, mis talle endale heaks kooliks on.

Õpetaja vahelesegamisi on ka siis veel tarvis, kui vastastik koostöötamine kahel koostöötajal millegi pärast ei sünni kokku, muutub tülikuks ning lõpeb ühe tööst loobumisega. Väike koostöötajate ümberasendus on sel juhul sel kõige paremaks rohuks. Mehhaanilisel rühmitusel pole seesugused nähtused haruldased.

Rühmaline koostöötamine on huvitav veel ses suhtes, et võimaldab kasutada mõnda väga tarvilist meetodilist võtet. Peale rühmade sisemise korralduse on siin võimalik veel rühmade vaheline korraldus. Ta omab koha sellel korral, kui tööde tagajärgi, mis saavutatud üksikutes rühmades, võrreldakse ja saadud andmetest mõnesugune keskmine välja tuuakse, mis avaldab ka terve klassi töö saavutusi. Mõnikord võivad kaks naaberrühma ehk

terve rida neid ühiselt lahendada sama ülesannet, tarvita- des mitmesuguseid teid. Olgu, näiteks, tervele klassile ülesandeks: leida kehaes, mida harilikult loetakse kuiva- deks, hügrooskoobilist vett. Rühm A teeb vastava katse kuiva liivaga, rühm B — soopuruga, rühm C — paberiga, rühm D — vatiga, rühm E — jahudega jne. Saadud taga- järjed annavad kõrvuasetatuna palju täielikumana ja üldisema pildi nähtusest, kui iga üksiku rühma töö. Säärane rüh- madeks jaotamise süsteem annab suurema ajaökoonoomiaga töötajatele tunde asjalikust solidaarsusest ning rajab mär- kamata teed suure tõe arusaamisele, et teaduslise teadmise edu on võimatu ilma kindla tööjaotuseta ning isiklikkude kogemuste ja katseta, saavutuste vahetuseta.

### Töötajate arv.

Praktiliste tööde edukaks korraldamiseks on väga tähtis töötajate arv, keda juhtida tuleb ühel õpetajal labora- tooriumis.

Missugust arvu aga lugeda normaalseks? See on väga vaieldav küsimus. Ühed metodistid loevad normiks 12—15 inimest ühele juhatajale, teised 30—35. Ühed nõua- vad klassi sünduslikku kaheksjaotamist, kusjuures kumbki jagu töötab järjekorras, teised leiavad aga, et see nõue takistab praktiliste tööde viisi laiali lagunemast üldse ning oleks ka tugevaks piduriks korraldamises, ja nõuavad selle- pärast terve klassiga töötamist.

Nõue, normaalset klassi kahte järjekorda jagada, on tõesti väga raske ja äärmiselt ebasoodus laboratoorse õppe- viisi laiemale arenemisele õpetamises. Ta teeb suuremas osas koolides seesugused tööd raskendatuiks, kui koguni mitte võimatuiks. Maksab ainult seda nõuet nimetada, kui juba esitatakse terve rida küsimusi: Mis teha sel korral teise poole klassiga? lasta koju? anda talle teiselaadiline

töö (näit. kirjalik)? kokku liita loodusloo tund mõne teise tunniga, mis nõuab rühmalist töötamist (joonistus, keeled)? Võib olla, et mõni neist vastustest on võimalik. Kuid siiski on kerge näha, et järjekordade süsteem väga raskendab ja keerulistab koolielu tehnikat ning annab üleareuse põhjuse näha loodusloo õpetajas ainult rahutut inimest.

Ebasoodus on järjekordade süsteem ka ses suhtes, et ta vähendab töö produktiivsust. Arvates klassile kaks praktiliste tööde tundi nädalas, anname meie igale õpilasele ometi ainult ühe tunni nädalas töötamiseks. See on sel juhusel, kui klass jagada kahte järjekorda. Aga kui hoida 15 inimese normist kinni, peab jagama klassi koguni, võib olla, kolme järjekorda. Mis saab siis õpilane lõppude lõpuks seesugusest töötamisest?

Õnneks ei ole asi nii halb. Võimalus töötada terve klassiga, ilma järjekorda jagamata, pole sugugi utopia. Seda tõendab rida autoriteetlikka praktiliste tööde korraldajaid. Oma isikliku kümne-aastase praktika põhjal olen kindlas veendes, et on võimalik rahulikult, ilma mingisuguse pingutuseta juhtida praktilisi töid 30—35 inimese ja isegi suurema klassi osavõtte korral, olgu alumistest või keskmistest klassidest. Jagada klassi järjekorda, kui ta ei ole sellest normist üle, pole iseäralikku tarvidust. Erandid võivad muidugi olla, ja nimelt erandid. On õpetaja algaja, vähe tuttav klassiga, klass on „raske“ kasvatuslikes suhtes jne., siis on seesugused erandid mõeldavad. Seda on võimalik kerge tõendada terve rea õppeasutuste kogemustega. Olgu näituseks Lesnoi kommertsikool (Peterburis), kus praktilised tööd pühitsesid juba kümne-aastast juubelit. Klassid, mille õpilaste arv ei ulata üle 30—35 inimese, ei jaotata seal järjekorda. See on seal juba üldine määrus. Tööde üldise käigu peale ei mõju see olukord sugugi halvasti, ning õpetajal ei tule „end lõhki kiskuda“.

Milles on siis eelkirjeldatud mõtete lahkumineku peapõhjus? Miks on ühed õpetajad nii kõrge normiga rahul, kuna teised mitte vähem kindlalt sellele vastu vaidlevad? Mispärast ütleb mõni metodist, et tal pole laboratooriumis töötamisel midagi teha, vaatamata, et seal töötab kunni kolmkümmend õpilast koos, kuna teine sealjuures leiab, nagu Hahn, täiesti korraliku olevat, kui tal kuiva hamba alla ei jää, „mitte ühte kuiva kiudu“ ei ole. See oleneb kõige pealt sellest, et igal õpetajal tuleb väga isesugustes tingimustes töötada ruumide korralduse, riistade arvu ja töö iseloomu mõttes. Vastastik vahetus katsega ja kogemustega on meil väga piiratud, ning mõnedel õpetajatel näib, et nende tööde tüüp on ainuke võimalik ja vastuvõetav.

Jättes arvesse võtmata õppeasutuse üldise korra ja õpetaja isiklikud omadused, võime kinnitada, et rahuliku ja produktiivse töö saladus rahvarikaste klassidega seisab kõige esiti olevas koolilaboratooriumi sisemises korralduses ning selle järele — selle laboratooriumi korrapärases sisseseades. Nende küsimuste vaatlemisele asumegi.

### Koolilaboratooriumi sisemine korraldus.

Olgu praktiliste tööde juhtimise meetod missugune tahes, siiski peab koolilaboratooriumi elul olema oma kindlailmeline kuju, mida nimetatakse sisemiseks korralduseks.

Sisemine kord tuleb kindlaks määrata juba töö alul ning kasvatada õpilases tavalist lugupidamist selle korra vastu. Ilma seesuguse korrata ei suuda isegi kõige andekam õpetaja asjaga rahuloldavalt toime saada, väsis ära, kaotab meelekindluse rahena sadavate küsimuste all, jätab kahe silma vahele üldise pildi klassi tööst ja eksib tühistes asjades.

Sisemise korra sisu võib väljendada väga lühidalt: koõlilaboratoorium peab olema kõige pealt õpilase enese majapidamiseks. Teiste sõnadega, iga õpilane peab tundma oma praktiliste tööde klassi kõigi temas olevate asjadega niisama hästi kui oma ranitsa sisu. Ta peab selgesti mäletama, kus miski asi seisab, kust midagi võtta — kust võtta tikke, kus seisavad kolbid, klaasid, piirituslambid, kus asuvad korgid, torud, kurnapaber, viilid, marmor, liiv, sool jne. jne. Tööks vajalikka asju, iseäranis tihti tarvitatamaid, peab igal õpilasel olema õigus ja võimalus võtta iseseisvalt, ainult ühe tingimusega: peale tarvitamist nad kohe tagasi viia endisele kohale.

Need tingimused toovad enesega kaasa terve rea tähtsaid tagajärgi klassi sisseseade iseloomu suhtes. Eespool-kirjeldatud korraldus on ainult sellel juhusel võimalik, kui praktiliste tööde klass on hästi kohanenud antud eesmärgile, kui riistad ja reaktiivid on seatud temas nii, et õpilased võivad neid vaevata kätte saada, kui igal ajal on oma alatine ning kindlaksmääratud koht jne.

Peale laboratooriumi majapidamise välise korraga tutvumise peavad töötajad saama ka selged näpunäited, kuidas ümber käia tarvilikumate riistadega laboratooriumis (piirituslambid, kaalud, mõõtklaas). Ning lõpuks on iga töötaja kohus ise kasida oma lauad ja hoida majapidamist määratud korras.

Need tingimused näivad olevat esimesel pilgul väga lihtsad, harilikud ning iseenesest arusaadavad. Ent praktika näitab siiski, et algajad õpetajad omale tihti kaugeltki ei suuda selgeks teha seesugust laboratooriumi majapidamise sisseseadet ja korraldamise tähtsust. Olgu, näiteks, kas see, et paljudes õppeasutustes õpilastele tööks tarvitaminevad asjad jagatakse töö algusel kätte. Samuti ei võta õpilased reaktiive ise, vaid neid annab õpetaja

igaühele eraldi. Ning peale töid ei puhasta õpilased laboratooriumi, vaid seda teeb teenija või laborant. Laboratooriumi sisseseade, ka kõige tarvitavamad riistad, hoitakse alal väljaspool praktiliste tööde klassi ning kantakse klassi igaks tööks eraldi. Tööks tarvismineval materjalil pole klassis kindlaksmääratud kohta. Seesuguse süsteemi puhul väsitavad ka 20 töötajat õpetaja, kuigi nad on töö juures tähelepanelikud ning tõsised. „Kust ma saaksin kääre? Palun, andke mulle tikke. Olge nii head, valage mulle lampi piiritust! Kust ma saaksin kurnapaberit?“ jne. jne. Teie saate mitmedkümned sarnaseid küsimusi, ning kõik teie aeg läheb nende väiksuste lahendamiseks, mis palju rohkem kurnab tähelepanu kui töö sisulise külje käsitlemine, mis muidugi nigelamaks jääb. Aga koristamine ja puhastamine? Kaksikümmend õpilast võivad kahe tunni töö vältusel niipalju anumaid mustaks teha, et teenijal neid pool päeva pesta saab. Arusaadav, et säherduse katse tagajärjel õpetaja kinnitada võib, et 15 õpilast on ühe õpetaja kohta ülemmäär, millest üle võimatu minna. Kuid sellega annab ta ainult süüdistava otsuse oma käsitlussüsteemi ning oma koolilaboratooriumi sisseseade kohta.

Koolilaboratooriumi korraldusega tuleb õpilasi tutvustada juba enne töö algust. Sellega õieti peavad algama praktilised tööd, ning selleks tutvustamiseks ja tutvumiseks tuleks määrata omaette tund. Olgu siin esitatud sellekohase tunni sisu, tabatud tegelikkusest.

„Siin tuleb teil töötada loodusteaduses, tehes mitmesuguseid katseid. See klass ei ole sarnane teistega ning siin tuleb ennast ka teisiti üles pidada kui tundides. Teie võite siin vabalt kõndida, võite võtta kõike, mida teil tarvis, kappidest ja riulitelt. Võite ka üksteisega kõnelda, kuid ainult tasakesi. Kui midagi tarvis läheb, küsige minult; kuid palun mitte karjuda läbi terve toa, vaid

juurde tulla ja siis alles küsida. Kuid ka siinses klassis on oma iseäralised määrused, mida on tingimata tarvis kõige täpsamalt täita. Kes seda ei tee, kaotab õiguse töötada. Esiteks, võib siin teha ainult seda, mis on tarvilik teile antud tööle; mingisuguseid kõrvalisi katseid ei tohi siin teha. Võtta võib ainult niisuguseid asju, mida teile töö jaoks tõesti tarvis läheb. Ärge segage end naabrite töösse ilma tarviduseta.

„Teine juhised (reegel) on — töötada korralikult, ilma ruttamiseta. Alates tööd peab enne kõik valmis muretsema, mida selleks vaja. Ärge jookske mööda klassi; ärge rabelge; pidage kindlat järjekorda, kui mingisugust asja ei jatku kõigile. Kõik, mis te võtate, peate pärast tarvitamist ära pesema ning tagasi panema; laud peab olema puhtaks pühitud; mahavisatud paberiraasud ning tikuotsad tuleb alati üles korjata. Vaadake ringi! Klass on puhas, kõik seisab oma kohtadel. Samasuguses olekus peab ta ka siis olema, kui te ära lähete. Kui teie midagi katki teete ehk ära rikute, teatage mulle. Mis kogemata tehtud, selles ei ole süüdi. Kui endid millegagi haavate ehk ära põletate, kohe pöörake minu poole.

„Kolmas juhised — igaüks peab kirjutama oma töö praktiliste ülesannete kaustikusse. Sennikui üks töö pole lõpetatud ega tema tagajärjed kaustikusse kirjutatud, ei tohi järgnevat tööd alustada.

„Nüüd näitan teile, kus miski asi seisab ja kuhu mingi asjaga tuleb ümber käia. Katsuge meeles pidada kõike seda, et pärast ei tuleks küsida minult kõiki väikesi ja tühiseid asju, mida ise võite leida ja millest ka ise suudate aru saada.“

Seesugusele läbirääkimisele järgneb praktiliste tööde täielik ja süstemaatiline tundmaõppimine. Avatakse kapid, tõmmatakse sahtlid välja: sellel riivil asuvad klaasid,

selle peal lehid, selle peal mõotklaasid jne.; siin korgid, kurnapaber, noad, käärid, klaastorud ja muud. Näidatakse, kuidas ja kus täita tühjakspõlenud piirituslampi piiritusega, kuidas teda kustutada ning põlema süüdata, kuidas tarvitada lahtikäivat kappi, kus asuvad kaalud, ja kuidas nendega ümber käia, kuhu visata jäänused jne. Muidugi võib nii mõndagi enne näidata, klassitunni ajal (ümberkäimine piirituslambiga, mõotklaasiga, kaalumise seadused) ning siin nimetada seda ainult lühidalt.

Väga kasulik on neid juhiseid lühidalt ja täpsalt lausestada ja riputada nähtavale kohale. Soovitame sellel juhusel hoiduda sõnaohtrusest, kui teil on tegemist nooremate õpilastega. 10—12-aastased õpilased omandavad suure vaevaga ja ebatäpsalt tehnilisi manipulatsioone raamatu kirjelduse järele. Neile peab kõike näitama tegelikult ning sealjuures seletama sõnadega, kuna trükitext on neile ainult nähtud ja kuulnud asjade meelespidamiseks.

Tutvustanud laboratooriumiga, asetab õpetaja õpilased nende alalistele kohtadele töölaudade taha ning teatab neile kapikeste numbrid, kuhu nad oma pooleliolevad tööd võivad mahutada. Töötajate nimekiri ühes nende laudade jaotusega ning kapikeste numbritega riputatakse klassi seinale.

Säärane algus kindlustab õpetajale suurel määral klassi töö produktiivsuse ning annab talle rahuliku võimaluse tegutseda suurema arvu töötajatega.

### Nõuded töötajatele.

Mitmed neist nõuetest on puudutatud juba eelmises peatükis. Kui neid järjestada, siis avalduvad nad neljas sõnas: õpilased peavad töötama teadlikult, rahulikult, iseseisvalt ja puhtalt.

Esimene ja peamine nõue seisab selles, et õpilane töötaks teadlikult. Ta peab selgesti ette kujutama, milleks nimelt ta võtab ette teatava rea tegevusi; tal peab selge kava mõttes mõlkuma ning ei tohi pilgukski ajaks ära kaotada selle loogilist niiti. Õpilaste keskel leidub alati inimesi, kes kalduvad talitama mehhaaniliselt ning rahuldavad täiesti valamisega, loputamisega, soendamisega jne., ilma endalt küsimata, milleks seda kõike tarvis läheb. Õpetaja ei tohiks lasta seesuguseid võimalusi silmist, iseäranis kui tegemist on noorema-ealiste kasvandikkudega. Töö tähtsuse ning mõtte esialgne selgitus, ülesande selge ja arusaadav formuleerimine, küsimuste ülesseadmine töö käigul, töö resultaate järelekatsumine on need pea-abinõud, et äratada ja alal hoida õpilaste huvi laboratooriumitööde vastu.

Siin peab puudutama tähtsat küsimust: raamatute, plaanide, tabelite jne. kasutamist tööajal laste poolt. On arvamine, et säherdused käsiraamatud vähendavad õpilase töö väärtust, sunnivad teda töötama shablooniliselt, ilma et endale aru annaks oma tegevustes. See on vaevalt õige. Õieti kokkuseatud praktiliste tööde käsiraamat peab andma eestkätt ainult töö üldise plaani ning järjekindla käigu, et hoiatada õpilast kõrvalikaldumiste ja võltside liigutuste eest, ning sundida teda tungima töö sisusse, jättes aga küllalt ruumi ta isetegutsevusele. Peale selle annab ju raamat õpilasele rea tehnilisi näpunäiteid, hoiatab paljude väikeste eksituste eest ning vabastab sellega õpetaja jõu killustamisest tühiste asjade, kõrvalise tähtsusega nähtuste peale. Silmapilkse tähtsusega küsimustega tülitamata jäetud, saab õpetaja koondada tähelepanu selle peale, kui palju õpilased töö sisust aru saavad, kui palju nad õigesti endale aru annavad oma tegevustest, ning rutata sinna, kus tema abi täiesti tarvilik.

„Õpilasel tarvitada olev raamat mitte ükski ei vähenda

õpetaja osa, vaid sellevastu — tõstab ta tarvilikule kõrgusele. Raamat kergendab ainult õpetaja töö välimist külge. Neil tingimustel saab ta võimaluse kõike tähelepanekut pöörata õpilaste töö peale; valgustades nähtusi, näidates peaasja ning sisulisust, seades üles küsimusi, järele katsudes ja harutades resultaate kasutab ta oma teadmisi, oma pedagoogilist harjumust ja takti; ning saab tõesti juhatajaks“ (G. Grigorjev, P. Znamensky, J. Kavun).

„Kogemused on näidanud, et raamatu puudumine ja tarvitamise keeld ei takista õpilasi, kellel kalduvused on teadlikkusetu töötada, töid mehhaaniliselt täitmast. Puudub säärasel õpilasel tabel silme ees, siis küsib ta juhatust oma naabrilt, ning täidab seda samuti mehhaaniliselt. Sealjuures võib tülitatud naaber, kes ametis oma ülesandega, vastata kiirelt, ilma järele mõtlemata, jättes välja mõne olulise asjakülje töötamises, ning nõuküsija, kes mehhaaniliselt tegutseb, võib ainult imestada, miks ta ülesanne teiste oma sarnaselt välja ei tulnud“ (L. Nikonov).

„Õpetaja osa jääb väga suureks ka pärast seda, kui õpilaste kätte on antud tehtava töö täielik kava; juhtida tähelepanekut ülesande sisemise mõtte peale, üles seada terve rida küsimusi, pöörata õpilaste tähelepanekut peenuste seotuse peale, mis mõnikord küll pisikesed, kuid võivad kas libiseda õpilase vaatlemise alt mööda ehk võetakse vastu väliselt, tükati ilma vastastiku sidumiseta. Algatajaks, kes hingestab tööd, on ka siin, nagu alati, õpetaja aktiivne juhtiv osa“ (S. Sosonoff ja V. Verhovski).

Korralikult kokkuseatud käsiraamat ei tohi olla suurega sõnariikas, — muidu on teda raske töötamise ajal kasutada, iseäranis, kui meil on tegemist alamate klassidega. Peale seda ei tohi käsiraamat õpilastele ette ütelda tulemust. Õigem oleks, kui ta seisaks koos reast küsimustest, millele peab õpilane iseseisvalt vastama, vastavalt oma katse tagajärgedele.

Õpilase tööd tulevad kõrvu kanda ka sellekohasesse kaustikusse. Neile märkustele, mis lühidalt ära ütlevad töö lõpuresultaadi, anname meie olulise tähenduse.

Rida seesuguseid märkusi annab õpetajale võimaluse järele katsuda, kui teadlikult õpilane töötab, kui selgelt ta ülesannet korda saadab. Kui õpilane töötas mehhaaniliselt, siis väljendub see kõige esiti ta püüdes seda üles märkida. Siinjuures ei tarvitse sugugi suusõnalist aruannet ta tööst tunnis nõuda. Üleskirjutused ja märkused tulevad teha töö vältusel, ning pärast töö lõppu töötatakse nad ühiselt õpetaja juhatusel veel läbi.

Teine nõue, mis tuleb esitada õpilastele, on, et nad töötaksid rahulikult. Tarvilik on tähendada, et distsipliin laboratooriumiklassis on teistsugune kui harilikus tunnis. Õpilased võivad klassis vabalt liikuda, kõnelda isekeskis, ühe sõnaga — teha mitmesuguseid liigutusi, mida harilikus tunnis hinnatakse kui korrarikumist. Ent selle eest peab distsipliin praktilistel töodel olema valjem ja selgem veel kui harilikkudes tundides. Ta väljendub selles, et ükski õpilane ei tohi lahkuda sest talitusringist, mis on tingimata tarviline antud ülesande lahendamiseks. Igasugune tegevus, mis asjasse ei puutu, kõrvalised jutujutamised jne. ei tohi aset leida.

Praktiliste tööde klassis, eraldi isendilise töötamise korral, võib olla mõnikord palju müra, ent harjunud kõrv kuuleb eksimata, kas on see kära tööhuvi tõusu kaaslane või on ta kahjulik element, mingisuguse sisemise korralduse vea tagajärg. Ebakordse juhtimise ja sisemise korra puudusel kaotavad praktilised tööd oma tugeva, võimsa hariva tähtsuse ning muutuvad paratamatu kahjulikkuse allikaks (V. Polovtsov).

Mõnikord ei orienteeru õpilased kohe uutest töötingimustes laboratooriumis. Siis tuleb kohe piir näidata lubatu ja lubamatu vahel. Need töötajad, kes asja tõsiselt ei

suuda võtta, on parem ajutiselt kõrvaldada tööst, nii et nad ainult pealtvaatajateks jäetakse. Sellest abinõust on tihti küllalt. Mõtelda, et distsipliini alalhoidmine laboratooriumiklassis väga raske ülesanne, on täiesti ekslik. Normaalses tingimustes huvituvad õpilased niivõrd tööst, et distsipliini külg juhatajale õieti vähe muret teeb.

Kolmas nõue on — töötada iseseisvalt. Iseseisvus peab väljenduma selles, et õpilane oskaks korralikult orienteeruda oma töös, ilma et vajaduseta ja asjata küsimustega õpetajat ehk naabrit tülitaks seal, kus ta ise võib saada hakkama. Kes sääraseid küsimusi armastavad alatasa esitada, tuleb lihtsalt tagasi saata ja soovitada tal enesel järele mõtelda, kuidas ühte või teist asja korraldada, ehk ette panna ümber vaadata ning meelde tuletada, kus see või teine asi seisab. Vaevalt suudab õpilaste isetegevuse arendamist töös toetada mõnede õpetajate poolt tarvitusele võetud süsteem, lasta õpilasi töötada enne juba valmis seatud riistadel ja välja jagada juba kaalutud ja mõõdetud reaktiiv jne. Kõike, mis kättesaadav ja vastav õpilaste oskusele ja jõule, peab õpilane ise harjuma ka tegema. Jõudkugi ta küll vähem edasi, las' ta jännata liigne veerandtund torude painutamise ning korkide valmistamise kallal, — see aeg ei ole asjata raisatud. Isegi kõige lihtsamad tehnilised liigutused ja toimetused omavad, kui neid tehakse teadlikult, kõrge hariduslise väärtuse. Vaatleb õpilane nähtust omatehtud riistal, siis tungib ta ka palju paremini nähtuse sisusse. Iga nähtus võib ju toimuda teatud kindlaksmääratud tingimustel, ja riist ning selle omadused on ju osa neist tingimustest.

On suur vahe vastu võtta need tingimused valmis korraldatutena või neid ise luua. Muidugi pole mingit vajadust seda asjakülge liiga suurendada äärmusteni, muutes teda käsitööks, absurdiks. Iseenesest mõistetav on, et õpilastel ei tarvitse hakata pudelitest tegema lehtreid, tindipo-

tikestest piirituslampe, tiigleid munakoorest, korrates seega isetegevuse äärmuste armastajate vigu.

Erijuhuseil, kui riista täppis valmistamine käib teata-vale vanadusele üle jõu, võib töötajatele anda isegi üksikuid riista valmisjagusid, näiteks, gummi- või juba auku-dega koorkorke jne. Kogemused ja pedagoogiline takt peavad õpetajale osutama selle kesktee, mis jätab töötajate loomelisele tegevusele küllalt vabadust, ilma loodus-teaduse-tunde käsitööks muutmata.

Laboratooriumi korralduse viimane tingimus on — töötada puhtalt. On tarvilik täielik korralikkus ning hoolikas ümberkäimine riistadega. See nõue on tähtis eestkätt just pedagoogilises suhtes. Harjumus enda järelt koristada, oskus seltskondlikku omandust hoida, on omadused, mida kasvatama ja üleval hoidma on kohustatud iga kool ja õpetaja. Praktiliste tööde juhataja peale tuleb sellest kohustusest lõviosa; see on just õppeaine omapärane iseloom.

Harjumus oma järelt koristada on tähtis ka praktilises mõttes. Kui teda ei püüta arendada õpilaste juures juba kooli laboratooriumis, nende töö esimestel samudel, siis luuakse äravõitmata raskused korralikuks, süstemaatiliseks tööde läbiviimiseks, ning siin ei suuda avitada isegi mingisugused laborandid ega teenijad. Koristamine, millega kolmkümmend õpilast võivad toime saada viie minuti jooksul, võtab õpetajalt või ta abelistelt vähemalt paar tundi. On koolis praktilised tööd korraldatud kõigis klassides ja küllalt soliidselt, siis jääb ruumi koristamiseks üksikute rühmade vahel ja järgmise töö ettevalmistamiseks ainult kümnekond minutit. Õpilaste osavõtt koristamisest on siin möödapääsmatu.

Et koristamist kergendada ja kiirendada, on tarvilik juba töö aegu valvata, et õpilased ei koguks töö vältusel omale pesemata anumaid, vaid puhaštaksid need kohe peale

tarvitamist ning asetaksid kohale. Tunni lõpul, minutit viis enne kella, katkeb antud märgu järele töö. Lapsed pesevad anumad, pühivad lauad, koristavad põrandalt paberikillud, tikuotsad jne. Pole suudetud tööd lõpetada, siis koristatakse ta igaühele määratud kapikestesse. Peab valvama, jälgima, et neisse kapikestesse ei peidetaks asju, mis määratud ühiseks tarvitamiseks, vaid ainult asjad, mis seotud antud töö lõpetamisega. Koristamise edukuse mõttes on kasulik kohustada kõiki ühel laual töötajaid vastastiku vastutusega. Sennikui laud ei ole koristatud, peavad kõik töötajad jääma sinna ning osa võtma laua kordaseadmisest. See on kõige parem abinõu nende vastu, kes ruttavad minema, jättes naabrile oma mustad anumad.

Eespool juba tähendasime, et kõigist lõhutud ja katki tehtud asjadest peavad õpilased teatama õpetajale. Juba tööde organiseerimisel tuleb silmas pidada, et teatav protsent anumaid ning riistu hävib töötamise ajal. See on möödapääsmatu nähtus. Peab ainult järele vaatama, et see protsent ei kasvaks üle mingisuguse keskmise normi. Seda tuleb arvesse võtta väljaminekute kokkuseadmisel. On asi katki tehtud kogemata, ei tehta õpilast selle eest mitte vastutavaks. Teine asi on, kui rikutud asja süüdlast ei leidu. Siis jaotatakse asja hind kõikide töötajate peale sellel laual, kus see katki tehti. Niisama tuleb teha, kui määrgatakse mitmesuguste riistade kadumist töö ajal (mida kahjuks mõnikord ikka sünnib). Materjaalne vastutus süüdlase leidmatusel puhul pannakse aineiline kahju terve rühma kanda.

### Õnnetused.

Õpilaste hulgalisel töötamisel koolilaboratooriumis on õnnetused alati võimalikud. Väikesed juhtumised, kergete haavamiste ja põletuste näol, on täiesti möödapääsmatud, olgugi võrdlemisi väga süütud nähtused. Teine

asi on tõsisemad juhtumised, mis võivad panna õpetaja raskesse seisukorda ning kahju tuua kogu korraldusele. Et ära hoida seesuguseid õnnetusi, peab õpetaja kõige enne: 1) õpetama õpilasi laboratooriumi riistadega õieti ümber käima; 2) korraldama ainult niisuguseid töid, mis ei paku hädaohtu õpilaste tervisele ka halvemal juhtumisel.

Soovitamata on, näiteks, teha (alamates klassides) katseid vesinikuga, vosvori tarvitamisega, kangete hapete, kihvtiste ainetega, nagu punane elavhõbeda-hapend, ehk niisuguste ühendustega, mis, ehk küll harva, ometi võivad plahvatada, nagu katsed näiteks Berthollet' soolaga, mangaan-ülihapendiga.

Siinjuures tuleb aga ka meeles pidada, et ähvardava ning hädaohtliku mõiste on väga veniv. Teatavas mõttes võib iga piirituslamp õpilase tervisele saada hädaohtlikuks, — ega siis ometi sel põhjusel piirituslampi välja visata koolilaboratooriumist! Asja oluline külg ei seisa mitte selles, et õpilasi hoida asjadega kokku puutumast, vaid selles, et neid õpetada asju tarvitama, nendega ümber käima. Kindel kord tööajal, täpipealne distsipliin klassis, teadlik töötamine — need on paremad abinõud laboratooriumi õnnetuste vastu.

Ometi on aga õnnetused ikka võimalikud ka kõigi nende tingimuste tähelepaneliku täitmise korral. Nende eest pole kaitstud ega varjatud keegi, millega õpetajal ka alati tuleb rehkendada. Lapsed ju kukuvad, ning juhtub, et nad vigastavad end siledal põrandalgi. Mõnikord ei jõua ka kõige hoolikam hoidja last hoida õnnetu juhtumise, olgu näiteks silma kaotuse eest.

Igaüks, kes praktilisi töid on juhatanud aastate vältusel, võib oma praktikast loetella mõnegi ebameeldiva juhuse, mida sugugi ei olnud võimalik ette näha ega ära hoida.

On õnnetus juhtunud, peab õpetaja selgeks tegema,

et tema poolt kõik tarvilised hoiatamis- ja kõrvaldamismäärused maksma olid pandud ning et mingit väärsammu ei olnud tehtud. Nendel tingimustel võiks talle etteheiteid teha ja süüdistada ainult ilmne erapoolikus ja sisetundetus.

## Praktilised tööd ja praeguse aja kool.

Meie paremad aastad kaovad praegu sõnade õppimises. Selle tõttu jääme lasteks, kellel puudub asjade tõsine tundmine.

Plutarchos.

### Praeguse aja kooli tüüp.

„Praeguse aja kool ei õpeta mitte reaalseid asju tundma, vaid nende varjusid; katselise teadmise asemele seatakse raamatuline teadmine, millele punutakse austusvanikut; isetegevuse arendamise ning uute tallamata radade otsimise asemel viib ta meid ustavalt võõraste sõnadega tallatud teele; vaatlemise, uurimise, kahtlemise asemele nihutab ta etteotsa õpetaja vastuvaidlemata autoriteedi.“

Asetage need praeguse aja pedagoogi G. Kerscheneri sõnad kõrvu vana Plutarchos'e ütlusega, ning teie veendute, et mõlemad autorid seavad koolile ühesuguse diagnoosi, olgugi et neid lahutab 18-aastasajaline vahe. Tähtis, kuid mitte juhuslik ühtesattumine! Ta näitab meile omakord, et praeguse aja kooli organisatsioon kannatab sellesama haiguse all, mille all põdes kaua keskaja kool. Greeka filosoofilised, roomlaste retoorilised ning keskaja kloostri- ja kirikukoolid, milledest arenesid uue aja ilmlikud õppeasutused, — kõik nad kultiveerisid ainuüksi süüdistusõnalist-raamatulist õppust. Haritud inime-

seks loeti seda, kes omas suurema eruditsiooni, s. o. teadis kõige suurema arvu mõtteid ja sõnu, mis mitmete inimeste poolt mitmesugustel aegadel avaldatud, ning oskas kõige suurema kiirusega ning osavusega tarvitada neid suusõnalisi tagavarasid.

Ka praeguse aja kooli tüüp kujunes, arenedes ajalooliselt, samas suunas. See suusõnaline-raamatuline õpetamislaad on oma märgi vajutanud terve kooli nii sisemise kui ka välimise korra peale. Ta on määranud ka õpilaste rühmituse, nende teadmuste hindamise viisid, järelevalve korralduse ja kooli hoonete ehituse. Kõik see on saanud aastasadade vältusel, ning praeguse aja kool omandas ta möödaläinud aastasadade valmis pärandusena, siduva ja kindla elamusjäanusena, millest sennini ei ole suutnud loobuda, vabaneda.

Loodusteaduse ning tehnika hiiglasuur arenemine möödaläinud 19. aastasajal mõjus sügavalt meie elu peale, muutes teda põhjani. Kuid kooli peale avaldus see õige nõrgalt. Viies küll loodusteaduslised õppeained kooli õppekavasse, on ta ometi neid mürgitanud sama valitseva raamatulise vaimuga. See seletub kooli kui asutuse kindla konservatismiga! Ta andub väga pikkamisi uutele mõjudele ning hoiab kinni põhijoontes oma algtüübi. Mõnele paistab see mõte paradoksaalsena. Kool peaks ometi olema mitmekesistele uutele eksperimentidele, tihti isegi riskantsetele, soodsaks pinnaks. Ent peab tähendama, et kuigi see oleks nii, siiski ei tohi silmist lasta seda, et need eksperimendid, puudutagugi nad koolielu mitmekesiseid külgi, pea kunagi ei küüni põhjani ega suuda ümber muuta seda algelist tüve, intiimset vaimu, mille nimi on verbalism.

Reaalsete faktide alal on praktiliste tööde idee, kui teadmuste kogumise viis, siia maani kooli organisatsioon, tervelt võetud, veel täiesti võõras. Sellepärast pole

midagi imelikku, et isegi loodusloolised teadmused antakse edasi niisugusel teel, mis on täielikus vastolus terve katseliste teaduste arenemise ajaloo ning üldise iseloomuga.

Merekadeti-korpuse õpetaja Heiler Peterburis tegi esimese argliku katse, tuua kooliõpetamise praktikasse mõned laboratoorsed võtted; siis sai ta korpuse nõukogu terava laitude osaliseks, et ta tahab esitada „puusepa ning raamatukõitja meetodi“. Sellest ajast on ka ligi sada aastat möödas, kuid arvamised, mis olid takistuseks Heileri tegevusele, on pedagoogilises keskkuses veel täiesti elulised. Kõige tüütavam ja kõige enam laialilagunenud keskkoolitüüp — gümnaasiumid on ustavateks kantsideks harilikule ja proovitud raamatutarkusele. Siin ei ole isegi loodusloolistes õppeainetes märgata valguskiirt, mis juhiks töökooli õpilaste tegevuse poole.

Tähelepanemise-väärt on, et isegi pedagoogide-naturalistide seas leidub inimesi, kes ei suuda õieti aru saada aktiivse töö printsiibi tähtsusest kooliõppuses. Veel hiljuti (1913. a.) avaldas Venemaal laialt tuntud õpetaja Kapelkin, kes ise on loodusloo õpperaamatu autor, arvamist, et suurendades kooli loodusloo kursuse läbitöötamist laboratoorselt kava lühendamise kulul, valmistame meie ainult käsitöölisi, aga mitte haritud inimesi\*). Siit näeme, et kivinenud pedantide idee veel sama elav on ja samus sõnus väljendub, kui sada aastat tagasi.

„Praktiliste tööde, kui isetegevuse kasvatava abinõu kasulikkus,“ kirjutab sama Moskva pedagoog, „on isegi kahtlane, sest praktilisi töid tehakse ainult õpetaja juhtimisel, mispärast nad ainult järeleaimamiseks, ahvimiseks on (sic!)\*\*). Vilunud õpetaja poolt valmisriistal korraldatud ja demonstreeritud katse ei paku õpilasele mitte

\*) Вѣстник Воспитанія 1913, V.

\*\*\*) Вѣстник Воспитанія 1913, VII.

sugugi vähem, kuid sellevastu puuduvad lõhutud kolbid, katkised käed ja — mis peaasi — hoitakse kokku kallis aeg, mida võib tarvitada mõne kasulikuma asja tarvis.“\*)

Et kirjutada niisuguseid ridu, ei pea mitte ainult täiesti puuduma kujutelm laboratoorsest meetodist üldse, vaid ei tunta ka 19. aastasaja lõpu ja 20. aastasaja suu-remat pedagoogilist voolu, mille esindajatena ilmuvad Lay ja Kerschensteiner Saksamaal, Armstrong — Inglismaal, Dewey — Ameerikas, Ferrier ja Örtli Schveitsis, Makijama ja Narusi — Jaapanis jne.

Kooli ukSED avanevad pikka ja ettevaatlikult, nagu vastu tahtmist uuele võõrale — laboratoorsele meetodile. Arglikult esineb ta oma iseäraliste võtetega, omapärase õpilaste rühmitusega, tunni distsipliiniga, iseäraliste majandusliste ja aineliste nõuetega. See imelik ja ebaharilik võõras on oodanud juba kakstuhat aastat; pole imelik, et tal veel tuleb oodata. Kuid ta pääseb sisse ja jääb seal valitsejaks peremeheks; seda tagab meie aja kultuuri üldine iseloom.

### Praktiliste tööde organiseerimise formaalsed tingimused.

Praktilised tööd loodusteaduses on läheneva kevade pääsukesed, esimene katse siseneda ise töökooli organismi. Ning nagu tõelised elavad pääsukesed, kannatavad nad tihti tõelikkuse karmide tingimuste all. Et anda võimalust nendele töödele korrapäraselt areneda ning oma tõelikku vaimukasvatavat jõudu ilmutada, peab olema terve rida tingimusi. Mõnda neist on juba vaadeldud. Nüüd käsitleme neid, mis kannavad enam formaalset laadi. Eestkätt kuulub siia nende sunduslikkus.

\*) Вѣстник Воспитанія 1913, VII.

Praktiliste tööde sunduslikkus õpetajale ja õpilastele esineb ammu juba järeleandmata nõudena nende seltskondlik-kasvatusteadusliste ja teadusliste asutuste juures, kes tegemist on teinud selle küsimusega. Nii esinesid kolm ülevenemaalist mitmesuguste koolide ja õpetajate kongressi, lahkuminevad nii oma osavõtjate isikute kui ka ülesseatud ülesannete poolest, nõudega, et koolidesse kantagu laboratoorse töö meetod, tehes seda sunduslikuks koolile.

Esimene ülevenemaaline linnakoolide õpetajate kongress 1909. a. toonitas, et meieaegsete viljakamate meetodide seas tuleb esimesele kohale nihutada loodusloo ainete laboratoorsed käsitlused, nii loodusteaduse kui praeguse aja kultuuritöö aluse, tähtsuse kui ka ta meetodide iseäralise väärtuslikkuse tõttu. Laboratoorsed käsitlusviisid saavad sihile ainult siis, kui neid süstemaatiliselt läbi viiakse.

Samu mõtteid toetavad ka XIII loodusteadlaste ja arstide kongress 1913. a. ning esimene ülevenemaaline füüsika, keemia ja kosmograafia õpetajate kongress 1914. a. Praktiliste tööde edukaks läbiviimiseks on tarvilik nende tööde sunduslikkus ühes nendele ise-klassiaja andmisega. Kõik need toonitavad vajadust praktilisi töid teha sunduslikkudeks.

Sääraste kokkukõlaliste, solidaarsete arvamiste põhjus seisab selles, et praktiliste tööde iseloom nõuab neid juba vaadelda sunduslise õppeainena. Need tööd ei too uusi ainelisi teadmisi, vaid kujutavad endis ainult uut, otstarbekohasemat kindla hulga teadmuste edasiandmise viisi. On see õppeviis kõlblik, siis tuleks ta kohe tervelt vastu võtta, pole ta seda mitte, on ta puudulik, siis tuleks ta otseteed kõrvale heita. Ent vaadelda õpetamise meetodi kui mittesunduslikku juurdehitust kursuse faktilisele sisule on täiesti võimatu.

Õpetaja, kes tarvitab seda meetodi, ehitab koguni teisiti oma teoreetilise kursuse; ta muudab selle põhjalikult, andes terved jaod õpilaste eneste kätte. Kui teha praktilised tööd mittesunduslikkudeks, siis tuleb sunduslikele teoreetilisele kursusele jätta kas need kahvatud jäänused, mis kuidagi viisi ei sünni laboratoorsesse õpetamisesse, või õpetajal tuleb kaks korda korrata ühte ja sama: esiti teoreetilisest kursusest — kõigile, selle järele aga veel praktilistes töödes — soovijatele. See on asjata ajaraiskamine. Sundida kõiki õpilasi fakultatiivsetest töödest osa võtma ehk pühapäeviti selleks aega leidma on muidugi mõista täiesti võimatu. Seesuguse õpetamise tagajärjel oleks õpetaja ainult kitsendatud sel teel saadud ainet kasutada. Vähemalt ei suuda ta seda seada oma õpetamise nurgakiviks.

Meie õppekirjanduses leidub veel katseid, liita praktilisi töid õpilaste koduste iseseisvate töödega. Õpilased teevad neid õpetaja ülesandel ning jutustavad siis, mis ja kuidas neil see välja tuli. Mõnedel juhtumistel on need ülesanded võimalikud ja kõlbulised, kuid mõtelda, et need kodused tööd võiksid täita praktiliste tööde süsteemi aset koolis, oleks täiesti ekslik. Kõige tõenähtlikumalt läheb asi siis nii, et õige piiratud arvu ülesandeid täidab ainult mõni väike õpilaste rühmake, kuna suurem hulk jääb ainult õige juhuslike katsete juurde.

Muidugi mõista on kõik need pealetunnilised ja pühapäevased ning kodused tööd selle ebaloomulise olukorra tagajärg, et laboratoorne meetod ja tema tarvitamise tingimused pole peegeldunud seaduslikkudes õppekavades. Õpetajad, kes ei ole kivinenud oma vaadetes, ei suuda ometi vabaneda ja kõrgemale tõusta ametlikkudest õppekava raamidest. Nad püüavad leida mitmesuguseid kompromisse uuemate meetodiliste nõuete ja ametliku kava ja tunniplaani vahel.

Praktilised tööd võivad olla sunduslikud selle sõna t' sises mõttes ainult siis, kui nad on arvatud maks-vasse klassi tunnikavasse.

„Kuid kas see ei suurenda omakorda meie juba koor-  
matud õpilaste tööd? Kui me peale kõige veel tar-  
vitusele võtame sunduslikud praktilised tööd, siis koormame  
neid ülemäära!“ — „Ei saa läbi võtta korralikult õieti teo-  
reetilistki kursust, kus siis jätkuks veel aega praktilisteks  
töödeks...“ Need on arvamiste näited, mida mitte üks-  
kord pole kuulnud praktiliste tööde vastu seisjatelt. Neid  
kartusi avaldavad kahjuks tihti ka mitmed loodusteaduse  
õpetajad. Selle juures lasevad nad koguni silmist, et prakti-  
lisi töid ei tule mitte lisaks, vaid hariliku raamatuõppi-  
mise a s e m e l e seada, et sama ainet, mida läbi võe-  
takse teoreetiliselt, võib läbi töötada ju ka praktiliselt.  
Muidugi mõista nõuab laboratoorne faktide omandamine  
enam aega kui nende päheõppimine dogmaatiliselt, raamatu  
järel. Ent siit järgneb ainult see, et endise tundide  
arvu juures käsitletes ainet laboratoorse meetodi järel  
vähendame meie ainult õpilastele edasiantavate faktiliste tead-  
muste hulka, sellevastu aga suurendame põhjalikult nende  
väärtust. Tunnistame meie aga, et õppetundide arv, mis  
määratud loodusloo jaoks, võib praktiliste tööde korral veidi  
suurened a, ka siis pole vaja reformeeritud faktilise  
materjali hulka suurendada, enam kui see ette on nähtud  
õppekavades. Need viimased, määratud raamatulise läbi-  
võtmise jaoks, on ulatusliselt isegi küllalt suured, ning  
edasi minna selles sihis pole sugugi enam võimalik. Nii  
näeme, et kõnelda sellest, nagu koormaks praktiliste tööde  
koolitoomine õpilasi veel enam kui praegu, pole mingit  
põhjust. Need, kes seda teevad, ilmutavad ainult oma sel-  
guseta arusaamist praktiliste tööde ideest üldse, lugedes  
neid mingiks võõraks, kõlbmata raskuseks kursusele.

Need harutused vististi peaksid selgitama seda teed,

mida mööda tuleb minu arvamist mööda minna, et realiseerida praktiliste tööde ideed. Neid on vaja kanda õppekavasse, kinnitades neid formaalsest küljest seadusega. Ühes sellega on vaja ümber töötada õppeaine kava, vastavalt neile tööde kavatsustele. Siinjuures peab olema õigus lühendada kõrvalistes osades õppekava, mis ei mahu õppetundide üldisesse raami uue kava järele.

Need lühendused ei tohiks puutuda ainet tema tähtsates osades. Tuleks püüda laiendada seda kehva aega, mis määratud loodusteadusele meie üldhariduslikes koolis, sest ajapuudus tundub mitte üksi laboratoorsel, vaid isegi näitlik-demonstratiivsel õpetamisel. Aga kui see laiendamine oleks ka senni võimatu, lubavad eelkirjeldatud võimalused realiseerida praktilisi töid ka nüüdsetes tingimustes. Hirm eeskava lühendamise eest on väga laialdane, kuid sagedasti ekslik tunne, rajatud ebaselgele arusaamisele üldhariduslikest keskkooli tähtsusest. Sellel juhtumisel on säherdune lühendamine lihtsalt näiv. Aine saab sellest ainult kasu, niisama ka õpilased, kes oma jõudu ökonoomilisemalt kasutavad ning oma päid sõnaliste kujutelmadega ei täida. Kooli loodusloo sihiks pole mitte ainult õpilaste päid täita võimalikult suure hulga faktilise materjaliga, mis mõne kuu pärast juba vaibub unustusse. Palju tähtsam on vaimukasvatav mõju, mille juures peasa etendab just teadmuste edasiandmise meetod.

Nii näeme, et laboratoorne meetod väga aeglaselt omale poolehoidjaid leiab ja pikkamööda kooli tungib. Palju aeglasemalt kui seda võiks oodata talt, kui arendavalt õppeviisilt. Tükati katsutakse teda korraldada fakultatiivselt, ilma et õppekava seda sunduslikuks teeks, ja ainult vanematele klassidele (Tartu reaalkool\*). Ometi näitavad kogemused teistes riikides, et praktiliste tööde koolitamine

\*) Tõlkija.

sügavalt tõstab huvi õppeaine vastu. Nad avavad võimaluse loodust palju produktiivsemalt tundma õppida kui lihtne näitlikkus. Tuleb ainult kahjatseda, et õppekavades pole see küsimus kindlalt üles seatud. Kuid õpetajad peaksid ka siin katsuma ise töötada. Kava on ju ainult juhtnõu-riks, üldiseks sihiks, kuid sellele ei peaks kunagi orjalikult jälgima, vaid ainet korraldama oma äranägemise järele, ja seal, kus vähegi võimalik, mitte tagasi hoiduma ka enam ja kindlmaid, püsivamaid teadmisi anda, mida just oleks võimalik praktiliste tööde abil teha. Siin tuleb suurt algatust nimelt õpetajal enesel avaldada.

### Praktiliste tööde korraldamise ainelised tingimused.

Raamatuline ja suusõnaline õpetamisviis ilmub ühtlasi ka kõige kohasemana ning odavamana majanduslisest küljest. See asjaolu ei etenda vist mitte väikest osa tema visaduses. Laboratoorne töötamisviis ei ole aineliselt nii kasulik. Selleks on vähe tindist ja paberist, raamatutest ja kaartidest, õpetaja laudadest, mõnest seinapildist ja õppevahenditest, et töömehoodis käsitleda õppeainet. Ta nõuab palju laiemat, tehniliselt paremini korraldatud ruumi, mitmekordset riistade ja nõude kogu ning on seotud töömaterjali alalise kaotusega. Ta ei võimalda ka niisugust massilist õpilaste koondamist nagu raamatukool.

Kuid see, mis odav, ei ole kaugeltki alati hea. Mõnigi kord keeldume meie teadlikult odavalt ostmast, vaid maksame ennem kallima hinna, et saada tõesti vastupidava asja. Püüme saavutada äärmist odavust on halb kokkuhoidmise tunnus. Ega muidu asjata ei öelda: „Mis kaunis — see kallis, mis odav — see mäda.“ Kus see äärmine kokkuhoidlikkus iseäranis meeletu on, see on rahvahariduse alal, millele põhjeneb meie kodumaa hea tulevik.

Vaatleme lähemalt neid kulusid, mida nõuavad prak-

tilised tööd eluta looduse kursuses, jättes esialgu kõrvale praktiliste tööde korraldamise hindamise teistes kooli loodusteaduse harudes. On iseenesest mõistetav, et need väljaminekud ei või olla mingisugused kindlad normid, mis kaua püsivad. Iseäranis tuleb seda just praegu silmas pidada. Need hinnad olenevad eestkätt kohalikkudest tööhindadest, praktiliste tööde laadist, arvust, osavõtjate arvust, turuhindadest jne. Võtame aluseks selle arvu töid, mis on esitatud selle raamatu teises osas, siis võime väljaminekud saada ennesõjaaegsetes\*) hindades järgmiselt:

1. Esialgse sisseseadmise kulud. Need ühekordsed väljaminekud võimaldavad luua tingimusi, et üldse tööle asuda. Allpool kirjeldame sisseseadmise tehnikat enam üksikasjaliselt. Siin on küllalt, kui ära näitame järgmised kulud:

a) 36 inimesele tarvilise ruumi mööbeldamine	500	rubla
b) anumad ja riistad . . . . .	235	„
c) materjal ja reaktiivid . . . . .	15	„

Kokku 750 rubla.

Kulutades selle ehk temale ligida summa, saab õpetaja võimaluse töid organiseerida mitte üksi eluta looduse osas, vaid ka zooloogias, botaanikas, inimese füsioloogias jne., sest et üldised tehnilised töö käsitlustingimused on kõikidele neile ainetele enam-vähem ühised; ainult vahest tähtsuseta täiendavad väljaminekud tuleksid juurde.

2. Töö käsitlemise kulud, need on alalised iga-aastased väljaminekud, tingitud tööst enesest. Siia kuuluvad:

- nõude muretsemine purustatute asemele;
- riistade remont ja parandamine;
- tarvitatav materjal, reaktiivid, piiritus jne.

Kümneaastased isiklikud kogemused näitavad, et laia-mõõdulises ja suurearvulises tehtud ülesannete korraldamises

\*) Tõlkija.

need kulud eluta looduses tulevad vahest ainult 1—1½ rubla aastas inimese kohta, s. o. 40 kuni 60 rubla normaalse klassi kohta.

Kulutades ühekordselt sisseseade peale 750 rubla ja iga aasta klassi peale kunni 60 rubla, oleksid praktilised tööd aineliselt kindlustatud.

Muidugi on meie arve ainult ligikaudne. Mõõbli kulud, näiteks, võivad tuntavalt suureneda, kui kool tahab laboratoorse klassi sisse seada hinnalisemast puust mõõbliiga, ehk vastupidi, alaneda miinimumini, kui on võimalik kasutada koolis juba olevat mõõblit. Meie arved näitavad ainult, missugune summa on soovitav arvesse võtta, kui asja uuelt alata, kus olemas on ainult neli paljast laboratooriumiklassi seina, sealjuures silmas pidades kokkuhoidlikkust ja lihtsust. Peenused leiduvad allpool, kus kõnelatud praktiliste tööde tehnilisest korraldamisest.

## Praktiliste tööde tehniline korraldamine.

Nagu bioloog mõne kondi järele võib rekonstrueerida terve looma keha, nii ka meie, astudes endi harilikku koolituppa, mis peaaegu tervet ruumi oma alla võtab, ta seinatahvliga, kahe-kolme tooliga, paljaste seintega, millel ainult harva võib leida paari pilti rippumast — võime vaevata ette öelda seal õitsvat kasvatusüsteemi: siin võib ainult kuulata.

I. Dewey, „The School and Society“.

Iga idee, kui viljakas ta ka ei näiks olevat teoorias, ei suuda ometi elus kanda vilja, kui ta ei ole asetatud soodsale pinnale. Iseäranis puutub see just ideedesse, millel meetodiline laad, eraldi just loodusteaduse õpetamise korraldamise ideedesse. Tarvilikkude reaalkorralduste tingimuste puudumisel annavad ka õpetaja kõige paremad kavatsused tubli energia ja vilumuse korral üsna keskpä-

rased resultaadid. Loodusteaduse õpetaja ei ole nõid, et luua „kõik ei millestki“, nagu seda temalt mõnikord nõutakse. Ta ei või töötada nii-ütelda „õhuta ruumis“. Selleks õhuks, mis temale nii hädasti tarvilik, on muu seas ka teatud hulk praktilise sisseseade asju, mis hästi valitud ja sündsalt kohale asetatud.

Kõige olulisemaks praktiliste tööde õige korraldamise tingimuseks on eriliselt sisseseatud ruum, mida võimalikult teisteks ülesanneteks ei pruugiks tarvitada.

Seesuguse ruumi tarvilikkus on mitmele korrale tõendatud mitmesuguste kongresside ning ühiskondlik-pedagoogiliste koosolekute resolutsioonides. Toome seesuguse resolutsiooni: „Loodusloo õpetamise õige korraldus on keskkoolis võimatu ilma vastava sisseseadeta; tarvilik on korraldada iseäraline loodusteaduse klass, mis kohastatud demonstratsioonidele, samuti ka õpilaste praktiliste tööde tarvis ruum ning tema juurde loodusteaduse kabinett, mis sisaldaks eneses tarvilikkude õppeabinõude kollektsioone.“

### Praktiliste tööde klass.

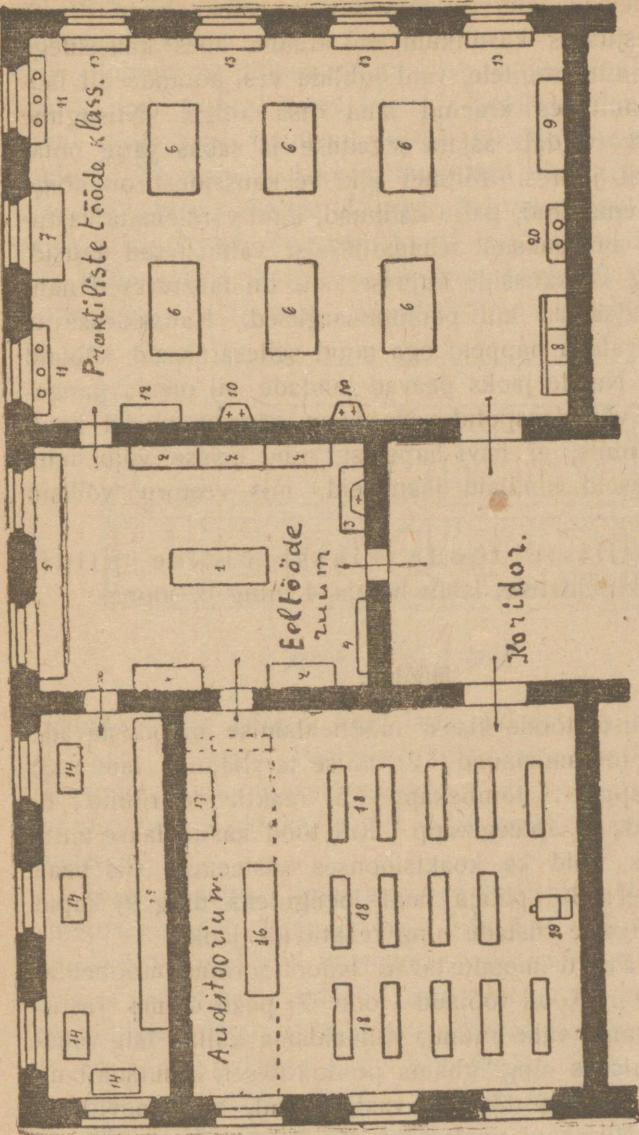
Asume praktiliste tööde ruumi kirjeldusele, mis loode-tavasti saab pea sunduslikuks kõigile üldhariduslistele keskkoolidele. Nagu juba öeldud, on kõige normaalsemaks ning asja edu kindlustavaks tingimus, et loodusteaduse õpetaja saaks teatavaks otstarbeks eraldi, omaette, spetsiaalselt sisseseatud ruumi. Vähem soodsaks, kuid ometi võimalikuks tuleb lugeda juhtumist, kus loodusteaduslikkudeks töödeks määratakse füüsika, keemia jne. kabinett. On teada isegi juhtumised, kus praktilised tööd ühendati joonistuse-, laulmiseklassidega, isegi söögitoaga. Säherdused ühendused ilmutavad palju raskusi ja takistusi ning on lubamatud.

Ruumi suurus määrub töötajate arvuga. Kõige otsustavaks on planeerida laboratoorium terve klassi õpilaste komplekti tarvis, — muidu kaotab õpetaja võimaluse töötada pärast terve klassiga, ilma õpilasi järjekorda seadmata. Maksimaalseks õpilaste normiks on kõige parem võtta 36 õpilast, lugedes kuus inimest töölaua peale ning võttes paarisarv laudu. Katse näitab, et sellele arvule vastava ruumi suurus oleks ligikaudu 22 ruutsülda ( $4 \times 5\frac{1}{2}$  s.) ehk  $108 \text{ m}^2$  ( $9 \times 12 \text{ m}$ ). Neis tingimustes saab iga töötaja oma korralduseks umbes  $\frac{3}{4}$  ruutarssinat laua pinda, kusjuures vahekäigu laius laudade vahel oleks  $1\frac{1}{2}$ —2 arssinat (v. joon. 7). Ruumi kitsikus peegeldub üldse väga kahjulikult töötamise peale, loob alatise segaduse, raskendab õpetaja abi, suurendab klassis tuntavalt kära, teeb tööd vähem kahjutuiks õpilastele ning väsitab äärmiselt nii õpilasi kui ka juhatajat.

Akende valguspind peab olema küllalt suur, et päevavalgus ruumi hästi valgustaks. Paremini, kui aknad ei asu mitte kõik ühes seinas, nagu see harilikult klassides. Peale selle peab ruum olema hästi valgustatav ka kunstliku valgusega. Elektrivalguse korral tarvitab näidatud suurusel klass mitte vähem kui 12 lampi (à 16 küünlalt), s. o. kaks lampi iga laua jaoks. Lambid oleksid soovitatavad allalastavad, rullilised. Need nõuded pole tähtsad mitte üksi eluta looduse alal töötamiseks, vaid ka botaanikas, zooloogias jne., milleks klass samuti kohane peab olema. Töötada mikroskoobiga, prepareerida väikesi loomi, taimede jagusid jne. on võimalik talvekuudel ainult hea kunstliku valgustuse juures, iseäranis kui tööd korraldatakse õppepäeva lõpul.

Vesi peab olema tingimata klassis. Veetorude puudumisel võib üles seada klassis, kronsteiniga riiulitel, mõne klaaspudeli sifooniga ehk ehitada koduse veevärgi\*). On

\*) Lähemalt: В. Н. Верховский, „Техника постановки химических опытов“, СПб. 1911, lhk. 9—12.



6. joonis. Loodusloo õpetamise ruumid eeskujulikus koolis. 1 — laud katsete ettevalmistamiseks, 2 — kapid kollektsioonide ja riistade hoidmiseks; 3 — pesuriist; 4 — tabelite hoiukoht; 5 — laudi; 6 — töölaud; 7 — üldine laud; 8 — tömbekapp; 9 — anumate kapp; 10 — veekraanid; 11 — kaalud; 12 — reaktiivide laud; 13 — aknaesised laudid 14 — akvaariumid ja terraariumid 15 — kronsteiniiga laud; 16 — õpetaja laud; 17 — tömbekapp; 18 — pingid; 19 — projektsiooniaparaat.

veevärk olemas, siis on soovitatav, et oleks mitu (3—6) kraani, kusjuures kasulikum on kraane ühes kaussidega mahutada mitte seintele, vaid juhtida vesi põranda alt laudadele, kinnitades kraanid laua otsa külge. Niisugune korraldus kõrvaldab asjata segaduse ja sabas järje ootamise kraani juures. Mitmet liiki veekaussidest on kõige odavamad emailitud, palju kallimad, kuid võrdlemata vastupidavamad on paksud schamottkivist valmistatud kausid. Mis puutub veekausside kujusse, siis on täisnurksed nähtavasti sündsamad kui poolümmargused. Kaussidesse ei tohi mitte valada happeid ega muid sellesarnaseid sööjaid vedelikke. Nende jaoks peavad laudade all olema pangelised savi- või klaaspotid. Need on väga mõnusad kooli laboratooriumile, ei hävi hapetest, ning neisse võib heita ka igasuguseid kindlaid jäänuseid, mis veetoru võiksid ummistada.

Praktiliste tööde klassi üldise pildi, sarnase eelkirjeldatule, leiab lugeja 4. ning 6. joon.

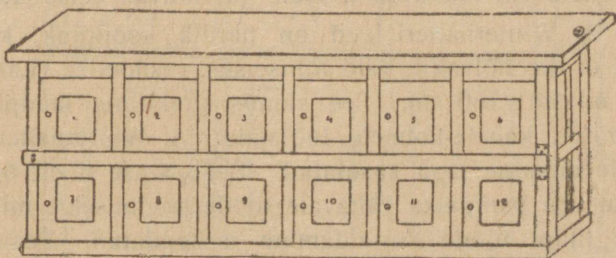
### Mööbel.

Praktiliste tööde klassi mööbeldamise moodustavad: 1) õpilaste töötamislauad; 2) ühise tarvitamise laud; 3) anumate kapp; 4) tõmbekapp; 5) reaktiivide riulid; 6) kaalu alused; 7) apteegikapp. Kui tööd käsitletakse mitte ainult lahus, vaid ka koaktsioonses süsteemis, siis peab leiduma veel: 8) õpetaja laud loenguteks ning 9) kapid demonstratiivsete riistade ning reaktiivide jaoks.

Töölauad moodustavad laboratooriumi mööbeldamises peaosad. Kooli töölaud (joon. 7) peab olema vastupidav, tarvitama vähe ruumi, võimaldama küllalt laiu vahesid läbikäimiseks ning lubama produktiivselt kasutada laua alumist osa. Neile nõuetele vastab laud, mis soovitatud 1904. a. L. Nikonovi poolt ning mis juba mitmetes õppe-

asutustes tarvitusele võetud. See on kahepooleline laud, kuuetele töötajale. Tema pea-iseärasus avaldub selles, et laua alumine osa liikumatu ning on jagatud 24 iseäraliseks kapiks, mis asuvad kahel korral. Kapikesed on nummerdatud ning kapi rippuvad ukсед lukustuvad ühe üldise poldiga. Seesugust süsteemi laua taga võib töötada üks-teise järele neli vahetust õpilasi, kusjuures igal vahetusel on oma kapikesed, kus võib hoida poolelijäänud töid jne.

Laua suurus: kõrgus — 19 verss., pealmise laua pikkus 3 arss., laius —  $1\frac{1}{2}$  arss. Lubatavad on ka veidi vähemad



7. joonis. Kooli töölaud.

mõõdud: sama kõrgus, kuid laua pikkus  $2\frac{3}{4}$  arss., laius — 1 arss. 6 verss. Pealne laud kaetakse linoleumiga või värvitakse isesuguse keemilise värviga, mis värvib puu vastupidavaks mustaks, nii et ta ei karda ei happeid ega lehelisi.

Kuus niisugust lauda annavad 36 kohta. Mõnesuguse pingutusega võib tõsta kohtade arvu ka 48-ni, kui seada õpilasi mitte üksi laua külgedele, vaid ka otsadele. Kapikesed on tarvis nummerdada, samuti ka lauad; see kergendab kohtade määramist õpilastele. Üldine õpilaste kapikeste arv on 144, kuid kui anda üks kapike kahe peale, siis suudavad nad teenida ligi 300 õpilast; see on mitte vähem kui kaheksa täie klassi komplekt.

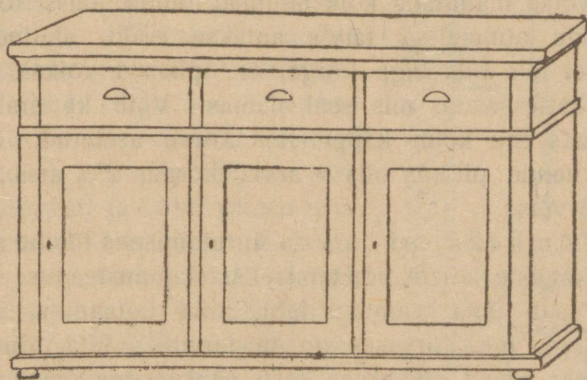
Seda lauatüüpi tuleb lugeda kõige õnnelikumaks ja eelistada teistest. Teist tüüpi laudu esitavad N. Malõschev ning A. Winterhalter. N. Malõschevi laud on kitsas, ühe poolega (45×12 verss.), arvatud neljale inimesele. Laua kaane all on kaks lahtist alumist riulit, mille peale õpilased seavad oma nõud ja riistad. Need laudad on vähem vastupidavad, lahtistel riulitel tolmuvad asjad ja riistad ruttu, ja naabrid saavad võimaluse kiskuda üksteise asju. On ruumis töötamas mitmed klassid järjestikku, mis harilik, siis jäävad uued töötajate järjestikud kas riulitel ilma kohtadeta või lükkavad kõrvale ja rikuvad eelkäijate töid.

A. Winterhalter laud on harilik koolipink, kuid ta laud ei ole nõlvakil, vaid rõhtseisus, vesiloodis. Laua suurus on 48×160 sm. See kaunis praktiline laudpink on määratud kahele-kolmele töötajale. A. Winterhalter laual ei ole alumine jagu kasutatud. Sellepärast ei ole õpilastel kohta ega panipaika vältavate tööde hoidmiseks, mispärast seda tüüpi tööde korraldamine raskendatud. Peale selle on laud liikumata ühendatud istepingiga. See takistab õpilaste liikumist laboratooriumis ning kitsendab ehk hävitab koguni põik-vahekäigud. Peab tähendama, et A. Winterhalter on korraldanud oma koolilaboratooriumi ühendatud (koaktsioonset) ehk, nagu ta ise ütleb, heuristilist tüüpi tööde jaoks, kus laboratoorium on ühtlasi ka auditooriumiks\*).

Üldiselt on ühekülgsed laudad nõrk kül laboratooriumiruumi ebakohane kasutamine. Oleksid kuue kahepoolelise laua asemel ühekülgsed, siis läheb neid tarvis 12 tükki. Laudadevaheliste läbikäikude arv suureneb peaaegu kahekordselt, ning vastavalt väheneb läbikäikude laius, avaus. Mis puutub istmetesse, siis ei loe ma neid kooli-

\*) Vaata A. Винтергальтер, Практ. Курс природовѣд., часть II, 1914.

laboratooriumis, mis noorema konsentri jaoks, mitte sunduslikkudeks. Koolilaboratoorium ei ole sugugi niisugune koht, kus on tarvis liikumata istuda ja kuulata, nagu harilikus klassis. Kui õpilased töötavad iseseisvalt, mitte valmisantud ning kordaseatud riistadel, siis on neil tarvis alati liikuda: küll vett valada, küll tikke võtta, küll kolbi otsida, küll klaasi pesta jne., pingid ja toolid aga ummistavad läbikäigud ja takistavad õpilastel vabalt liikuda;



8. joonis. Ühistarvitamise laud.

lõpuks teeb nende edasi-tagasi nihutamise ja paigast liigutamise ka üleliigset kolinat.

Ühepooleliste laudade headust tahetakse näha selles, et õpilased kõik on pööratud oma nägudega ühte külge — õpetaja poole. Kuid see tingimus omab tähtsuse ainult tööde koaktsioonisel käsitusel, millesse, nagu me nägime, ei saa kõiki koolilaboratooriumi töid mahutada.

Ühistarvitamise laud on õpilastele vaatlemiseks teatava töö tarvis väljapandud riistade, materjali, rektiivide kohaks, et nad võiksid neid ise võtta. Selleks on kõigiti mõnus ja kasulik ühe poolega, seina juurde lükatav laud, mille alumine jagu on jagatud kolmeks kin-

niseks kapiks, kus hoiduvad mitmesugused töös tarvisminevad asjad. Seal võib hoida ka mitmesugust tagavaramaterjali (8. joon.). Pealmisesse osasse, kaane alla tehakse madalad kastikesed, kus asuvad korkide, kurnapaberi jne. tagavarad; sealsamas võib hoida kääre, nuge, korgipuure, viile, tangikesi tiiglite tarvis jne. Laua eeskujulik suurus on: pikkus  $2\frac{1}{2}$  arss., laius 14 verss., kõrgus  $1\frac{1}{4}$  arss.

Anumate kapp peab olema nii sisse seatud, et tasse võiks mahutada kõik anumad, mida klassi töös tarvis. Iga anumaliigi tarvis antakse eraldi alatine riiul. Kapp ei tohi olla liiga kõrge, et õpilased võiksid riiulilt kõike kätte saada, mis seal olemas. Võib ka eraldi tellida kaks ehk kolm kappi, mis kõrvu asetatud. Näiteks võiks nende pikkus olla 4 arss., kõrgus  $2\frac{1}{2}$  arss., sügavus 12 verss.

Tõmbekappi on vaja aurutamiseks tõmbe all ning mitmesuguste ainete põletamiseks. Loodusteaduse algkursuses saab ilma tematagi läbi, kuid botaanika, inimese füsioloogia jne. kursuses on ta tarvilik. Liht tõmbekapi võib teha puust pikerguse kasti näol lāngus kaanega. Tal on kõige sagedamini kolm uksekest allalastavate klaasraamide näol. Kastike kinnitatakse jalgade peale ehk seatakse alumine osa kapikeseks. Tõmbetoru korraldatakse vastavalt harilikule ahjule ja juhitakse suitsukorstnasse. Õpelaboratooriumi kapi mõõdud võiksid olla, näit., niisugused: pikkus 3 arss., kõrgus 1 arss. 14 verss., laius 1 arss. Seesugust kappi võivad tarvitada 10—12 töötajat korraga.

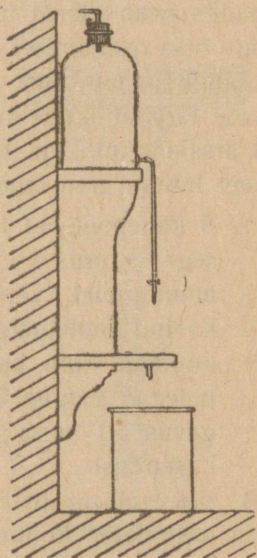
Reaktiivide riiulid on seks, et sinna mahutada materjale ja reaktiive, mida õpilastele tarvis töötamise ajal. Need tuleb nii sisse seada, et iga õpilane võib sealt võtta, mis tal tarvis, ilma luba küsimata. Välja anda tuleb õpetajal isiklikult ainult neid aineid, mis liiga kallid, harva tarvitavad või ahvatlevad on noortele eksperimentaatori-

tele, näit. magniumpaelad, nii et neid siis soovitav ei ole lahtisel kohal hoida.

Kindlate kehade alalhoidmiseks on soodsad lahtised püstriiulid nagu raamaturiiulid. Nad ei tohi olla inimesest kõrgemad. Materjalid mahutatakse riiulitele purkides ehk kaantega kastikeses.

Vedelikkude tarvis korraldatakse rippuvad toega riiulid (9. joonis), mille aluslaud kaetud tsinkplekiga. Ülemisele laudile mahutatakse anumad piiritusega, destilleeritud veega jne. Anumatest tulevad alla sifoonid alumise laudi kohal, mis võimaldavad vedelikka kergesti ja hästi valada riiulile asetatud anumasse. Alumine riiulike on ümbritsetud äärega, ning keskel asub auk, mille kaudu juhitakse sellekohasesse purki juhtumisi ülevalatud vedelik.

Kaalu alused, jalad, on tarvilised kaalude ülesseadmiseks. Kogemused tõendavad, et kaalud, mida tööde juures tarvitatakse, peavad teataval kindlal kohal liikumatult üles seatud olema. Anda kaalud, isegi apteegi käsikaalud, õpilastele otse kätte on täiesti ebapraktiline. Kaalud lähevad ruttu rikki, vihid kaovad, kaalumine muutub ebatäpsaks. Palju parem on, kui õpilased tarvilikku materjali ei kaalu mitte oma töölaudadel, vaid määratud kohal, — siis on õpetajal palju kergem neid tähele panna ja juhtida. Suuremale hulgale praktilistest töödest keskkoolis — peale tööde füüsikas ja keemias, mida me siin ei puuduta — jätkub harilikkudest apteegi käsikaaludest.



9. joonis. Vedelikkude riiul.

Seesugused kaalud riputatakse iseäraliste treitud sambakeste otsa, mis küllalt kindlale alusele toetatud. Alus lõigutakse seinä või aknaläua sisse töölaudade kõrgusele. Igas sambas on kaks konksu. Ülemist tarvitatakse kaalude kinnitamiseks kaalumisel, kuna alumise otsa riputatakse kaalud seismapanemiseks (10. joonis). Alumine konks peab olema nii kõrgele sisse kruvitud, et kaalu õlgpuu otsa riputamisel kaalukaunid puudutaksid alust. Igale kaalule läheb alust umbes ühe arssina pikkuselt. Kui kool tarvitab kuut kaalu, siis on vaja kaks alust, kumbki 3 arssinat pikk ja  $\frac{1}{2}$  arssinat lai. Olgu lõpuks toodud veel lühike arve laboratooriumi sisseseadete kohta\*).

- |    |  |          |
|----|--|----------|
| 1) | 6 kahepoolelist töölauda, igaüks 24 kapikese-<br>sega; suurus $3 \times 1\frac{1}{2}$ arss., kõrgus 19 verss.;<br>männipuust, värvitud õlivärviga, pealislaud<br>kaetud linoleumiga; 60 rubla tükk. . . . .  | 360 rbl. |
| 2) | anumate kapp, kahe poolega, rippuvate klaas-<br>ustega; kõrgus $2\frac{1}{2}$ arss., laius 4 arss., sü-<br>gavus 12 verss.; lahtised riulid; lepa- ehk<br>kasepuust. . . . .   | 170 „    |
| 3) | ühislaud, pealislaud kaetud linoleumiga, põhi<br>liikumata, kolme rippuvate ustega kapiga;<br>kaane all — kolm väljatõmmatavat kast-<br>suhvli, käeraudadega; suurus: kõrgus 20<br>verss., pikkus $2\frac{1}{2}$ arss., laius 14 verss.;<br>lepapuust. . . . . | 40 „     |
| 4) | tõmbekapp kolme allalastava klaasuksega;<br>alumine osa kinnise kapikese näol; pikkus<br>3 arss., laius 1 arss., kõrgus 1 arss. 14<br>verss. . . . .   | 60 „     |
| 5) | kaks seisvat reaktiivide laudit . . . . .  | 20 „     |

\*) Kõik hinnad ennesõjaaegsed. Praegusi hindu on võimatu ala-  
lise tõusmise tõttu silmas pidada. Tõlkija.

- 6) üks rippuv reaktiivide laud (vedelikkudele). 5 rbl.  
 7) kaks kaalu alust ühes sammastega, pikkus  
 3 arss., laius  $\frac{1}{2}$  arss., kaetud linoleumiga,  
 à 10 rubla . . . . . 20 „

Kokku 585 rbl.

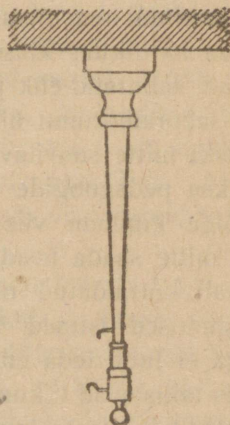
Kui tõmbekappi mitte teha, milleta eluta looduse kursuse tööde puhul, nagu nägime, ka võib läbi saada, siis läheks terve sisseseade umbes 500 rubla maksma.

Korraldades klassi laboratoorsete tööde jaoks, peab muidugi silmas pidama mitte üksi eluta looduse kursuse huvisid, vaid ka teiste kooli loodusteaduse osade omi. Sellepärast peaks peale juba ülesloetud sisseseade muretsema praktiliste tööde ruumi veel teisi abinõusid. Neid nimetame siinkohal ainult mööda minnes.

Seinte külge tehakse parajatele kohtadele rippuvad laudid seemnete, sibulate ja andamise ning teiste sarnaste botaaniliste katsete jaoks.

Vastu aknaid võib teatavale kõrgusele valmistada laudid akvaariumide sisseseadmiseks, kus kasvatatakse kingloomakesi, hüdriidid, vesikellukesi, vesikirpe, kasvab vesikatk, vallisneeria ja teised taimed ning loomad, praktiliste tööde otsustarbel.

Samasugused laudid vastu aknaid on tarvilikud ka veekultuuridele ning teistele katsetele, mis nõuavad valgust. Üks laudi on soovitatav seada ahju lähedale, kõige soemasse kohta: ta annab võimaluse üles seada katseid, mis näitavad soojuse mõju taimede arenemise peale. Kui klassis soovitakse korraldada pikaldasi katseid elavate tai-



10. joonis. Kaalude jalg.

medega, siis ei tohiks ruumis olla gaasilampe, sest gaasi põlemisproduktid mõjuvad hävitavalt taimede peale.

Eelkirjeldatud sisseseadega koolilaboratooriumis on mõnus noorte õpilastega käsitleda praktilisi töid, kuid anda harilikke klassitunde loengukatsetega ja demonstratsioonidega on halb. Sellepärast soovitavad mõned õpetajad, kes on koaktsioonse süsteemi, s. o. täieliku õpetundide ja praktiliste tööde ühteliitmise poolehoidjad, tuua koolilaboratooriumi rea niisuguseid abinõusid, mis lubaksid muuta teda harilikuks klassiks. Selleks on vaja õpetaja loengute laud, taburetid ehk pingid õpilastele j. m. Seesugune klassi ja laboratooriumi ühtemahutamine on küll võimalik, kuid siiski mitte soovitav. Lahku minnes Dannemann'i ja teiste saksa pedagoogide vaadetest mõtlen ma, et see on ainult kõige kindlam viis häid laboratooriume kõlbmatuks teha ja mitte saada head auditooriumiklassi. Auditooriumiklass peab korraldatud olema eestkätt amfiteaatrina, kus tagumised istmed tõusevad astmeliselt kõrgemaks. See aga ei luba teda enam tarvitada laboratooriumiks. Pingid, mis takistavad liikumist, ja kitsad vahekäigud, ühepooleliste paigalt liikuvate laudade vahel, teevad kõlbmatuks ruumid, mida ühe korraga tahetakse tarvitada auditooriumiks ja laboratooriumiks. Nende ülesanded on liig suuresti lahku minevad, nii et nende ühendamine täiesti kunstlik on. Pealegi ei nõua koaktsioonse süsteem tingimata ühte ruumi, vaid tööd võib siin, nagu tõendavad I. Glinka kogemused, korraldada kahes eraldi ruumis — auditooriumis ja laboratooriumis.

### Anumad ja riistad.

Praktilisteks töödeks tarvisminevad nõud ja riistad peavad olema: a) lihtsad, b) vastupidavad ja c) odavad. Kus võimalik, ei maksa osta õhukesest keemilisest klaasist anumaid, mis õpilaste käes kergesti katki lähevad ning

võrdlemisi kallid on. Sellest vaatepunktist iseäranis headeks anumateks on paksuseinalised silindrilised klaasid, mida akna vahele pannakse. Nad on kõlbulised suurele hulgale töödest, kusjuures nad ka palju odavamad on ja kauemini vastu peavad.

Anumate liikide arvu on soovitatav võimalikult piirata ning seada tööd nii, et võiks tarvitada ühti ja samu klaase, kolbe jne. Anumate mitmekesisus võib saada tõsiseks vitsaks tööde organiseerimises, sest ta raskendab koristamist ning asjade koha peale seadmist.

Peale selle tuleb anumate valikul meeles pidada, et samu nõusid tarvitatakse ka botaanika, zoologia ja inimese füsioloogia kursuse töödes; sellepärast on tarvilik kokkukõllasse viia kõikide kooli praktiliste tööde anumate inventaar ning muretseda ainult niisuguseid sorte, mida igal pool võimalik tarvitada.

Suur tähtsus on ka ostetavate anumate kaela kalibriil. Peab püüdma sinnapoole, et kõikide anumate kaelad oleksid samakaliibrilised, mitte ainult ühte sorti, vaid kõik sordid üksteise suhtes. See tähendab, et kõigil kolbidel peavad olema ligikaudu ühesugused kaela diameetrid. Kõige parem, kui nad on sama suured kui töödes tarvitatavad katseklaasid, ning vastupidi. See asjaolu lubab pidada koolilaboratooriumis ainult ühemõõdulisi korge ning kõrvaldada üleliigsed korkide otsimised riista kokkuseadmisel, — kõik korgid on nüüd ju parajad.

Võiks tarvitada ainult järgmisi anumasure:

1. Äärega keedupudelid (kolbid).
2. Klaasid (harilikud).
3. Keemilised klaasid.
4. Lehtrid.
5. Katseklaasid.
6. Portselaanist aurutamiskausid.
7. Portselaanist tiiglid.

8. Liitriksed laia kaelaga purgid.

9. Emailitud kausid.

Ainult üheksa sorti anumaid, neist ainult kaks kaeltega korkide jaoks. Kogemus näitab, et säherdune valik on täiesti rahuldav, et varustada töid anumatega.

Töödeks tarvilikud klaastorud vaja võtta kergesti sulavad, ühe kindla diameetriga (5 mm, nr. 5 Rittingi järele), mis täpsalt kokkukõlas laboratooriumis olevate korgipuuri-dega. See on väga tähtis tingimus, mis lubab palju kergemat ning kiiremat riistade kokkuseadmist, ilma korgipuure valimata toru kaliibri järele, mis eraldi raske ülesanne noorematele õpilastele.

Jalgade tarvitamisest võib täiesti keelduda töö juures. Metalljalad on kallid ja tarvitavad palju ruumi. Puust on nad jälle suured, nõrgad, hõljuvad, lähevad kergesti rikki. Katse näitab, et jalgade aset võivad täita väga hästi vask-kolmjalad, mida laboratooriumis ilma rikkimineku kartuseta kaua aega võib tarvitada. Nad ei nõua ka iseäralikku hoolitsemist koristamise puhul, ning hinna poolest võib neid osta palju suuremal arvul kui jalgu — statiive. Paljusid asju, mida töötamise puhul harilikult pannakse jala vahele (termomeetrid, gaasijuhtijad torud jne.), võivad õpilased väga hästi käes hoida, iseäranis kui nad teevad paaristikku tööd.

Anumaid ja riistu ei pruugi õpetaja ise, nagu juba eespool öeldud, õpilastele sugugi jagada, vaid ta mahutagu nad nii, et õpilased iseseisvalt neid tarbekorral võivad võtta, samuti ka tagasi panna.

Mõned õpetajad ei jaga anumaid välja mitte iga töö eel, vaid varustavad aasta alul iga töötaja tarvilikumate anumatega, mida viimane ka hoiab eraldi oma kapikeses. See eralaboratoorne majapidamine on ainult seal võimalik, kus töötamas käib üks ehk kaks klassi; seal aga, kus töötajatevahetusi palju ning neil kõigil tuleks tarvitada sama

anumate tagavara, on palju otstarbekohasem üldlaboratoorne majapidamine, kus anumad koristatakse ühte üldisesse kappi. Muidugi mõista, et asjad tuleb mahutada õpilastele kättesaadavatele alatistele kohtadele. Asju, mida kord aastas mingisuguse töö jaoks vaja on, ei tohi asetada anumatekappi ehk ühislauale. Palju kasulikum on hoida neid eraldi, isegi teises ruumis, ning õpilastele neid välja anda tarvidust mööda.

Nagu nimetatud, tuleb tööde korraldamisel püüda saavutada võimalikult suuremat lihtsust, sisseseade odavust, ning keelduda kalliste, keeruliste või niisuguste riistade tarvitamisest, mida ainult üheks korraks aastas võib üles seada ning mis peale seda tarvitamata tolmuvad. Siinjuures ei tohi aga kalduda väiklasesse äärmusesse. Pole sugugi tulus ja soodus omale sihiks seada ainult oma valmistatud riistadega töötada ning selleks kasutada tindipotte piirituslampideks, konservikarpe kolmjalgadeks ja igasugust muud risu kanda koolilaboratooriumi, oodates võimalust nende kasutamiseks. Sel puhul kõneleb Verhovski, laboratooriumiklassi tööde tubli tundja, järgmist: „Loen täiesti kõlbmatuks püüda laboratooriumitöödeks valmistada omatehtud riistu mitmesugustest majapidamise asjadest: apteegipurkidest, pudelitest jne. Sääraste riistade ehitamine on ainult „asjaarmastajale“ võimalik, kel palju aega. Keemilised nõud pole sugugi nii kallid, et neist vaja on keelduda.“ Pea sama mõtet avaldab ka V. Polovtsov: „Äärmine lihtsus, nagu pudelikaelte tarvitamine lehtrite asemel, on täiesti ebaökoonoomiline. Enamail juhuseil nõuab ta liig palju lisatööd asjade ümbertöötamiseks.“

### Materjal ja reaktiivid.

Kuivad materjalid tuleb hoida reaktiivide laudil sel määral, et neid alati jatkuks õpilastele. Nende

alalhoidmiseks tarvitame klaaskorkidega üheliitrisi klaasist ainepurke. Purkidesse, kus sõredad kehad, mahutatakse kulbuke või sarvlusikas, mida tarvitatakse reaktiivide võtmiseks. Aineid, mida on vaja suurel määral (liiv, savi, sool, marmor jne.), ehk niisuguseid, mida on halb mahutada purkidesse (küünlad), võib alal hoida samadel riulitel ülestõstetava kaanega puust kastikestes. Kastikes- tel ning purkidel peavad olema suured selged pealkirjad ning anumaid endid on kasulik ära nummerdada. Nii kindlustame, et nad alati seisaksid laudil ühel ja samal kohal. See kord on hea selleski mõttes, et juhataja näeb ühe pilguga, missugune reaktiiv hakkab otsa lõppema, ja nõuab rutulist täitmist, kuna tema abilisel on kergem ja lihtsam järele vaadata puuduva korralikku täiendamist.

Seesugune alaline koht laudil peab olema kõigil enam tarvitavamail aineil laboratooriumis. Aineid, mida harva vaja või mis on väga kallid, ehk niisuguseid, mis võivad saada hädaohtlikkudeks kontrollita tarvitamisel ning anda põhjust vallatusteks, on parem välja anda õpilastele tarv- dust mööda. Säherdune oleks näiteks segu, millest saadakse hapnikku, magnium jne.

Vedelikke peab hoidma suurtes anumates alumise nagaga, kuhu sisendatakse gummitoru, mis varustatud Mo- reau lõksudega. Säärased anumad seatakse rippuvatele seinariulitele, mis eespool kirjeldatud. Nii võib hoida põletuspiiritust, destilleeritud vett jne.

Happeid, isegi lahjendatud, on kõige parem hoida klaasides heade tihedate korkidega ning hoida tõmbekapis. Neid klaase peab olema muretsetud laudade arvu järele. Kangeid happeid ei tohi sugugi anda nooremate klasside õpilaste kätte. Töödeks, mis selles raamatus kirjeldatud, aitab küllalt ainult 30% soolhappe lahund.

Värvitud vesi, mida sagedasti tarvitatakse demonst- ratiivsete katsete jaoks, hoitakse, samuti kui piiritus, sifoo-

niga anumas. Vee värvimiseks ei maksa tarvitada aniliinvärve, nagu seda sagedasti tehakse. Seesugune vesi rikub seistes anumad, moodustades raskelt pestava värvikorra. Kõige paremabinõuvee värvimiseks on fluorestsiin. Sellest ainest tehakse kange piirituslahund ning valatakse mõni tilk seda lahundit vette: viimane omab ilusa roheline, opaalse värvi, mis väga hästi näha peenikestes torukestes; sealjuures ei värvi ta sugugi anumad. Ka võib vett värvida veel mangaanhapu kaaliga, kroom-maarjajääga, kaheliskroomhapu kaaliga jne. Vee värvimiseks kõlbab väga hästi ka peedimahl, milleks peedi tükid vees ära keedetakse.

### Tulekaitse-abinõud.

Igas koolilaboratooriumis, iseäranis seal, kus tööd tehakse piirituslambil, peavad olema ka mõned tulekaitseabinõud. Põleva piirituse ja teiste sarnaste vedelikkude plahvatusi on kõige parem kustutada liivaga. Selleks on tarvis hoida alati teataval kohal kast kuiva liivaga. Kast oleks kuju poolest õhuke, laberik, et kergem oleks teda riputada seinale varna. Esimese külje ja põhja külge kinnitatakse sangad, milledest kerge oleks kasti seinalt maha võtta ja tule peale kohe kastist liiva laia joana puistata.

Tarvilikud mõõdud oleksid: pikkus 7 verss., laius  $2\frac{1}{2}$  verss., kõrgus 10 verss.

Tähtsamateks katastroofideks olgu laboratooriumis käsi-tulekustutaja.

### Laboratooriumi apteek.

Põletuste, haavamiste j. m. õnnetute juhtumiste puhuks peavad olema laboratooriumis käepärast mõned arstlikud abinõud. Toome nende nimekirja.

1. Joodtinktuur.
2. Kolloodium.
3. Sublimaat lahundis 1:2000.
4. Marlisidemed.
5. Hügrooskoobiline puuvill.
6. Põletushaavade määre.

Kõik need ained hoitakse väikeses seinal rippuvas kapikeses, mis võtmega lukutatud, et eemaldada igasugust omavolilist kiskumist ja määrimist.

Lõige. Haavake, millest esmalt veidike verd välja litsutud, määratakse alguses joodiga ja selle järele veel kolloodiumiga. Säärane viis on tarvitata muidugi siis, kui haav väike ja verd vähe jookseb. Raskemate haavaste korral, mil haavad palju verd võivad joosta, pestakse haav alguses sublimaatlahundiga ning seotakse siis kinni marlisidemega.

Põletushaavade arstimiseks valmistatakse ise võie, mis koos seisab linaõlist ja lubjaveest, kumbagi ühepalju, ja loksutatakse emulsiooni taoliseks seguks. See võie läheb ruttu rikki, sel põhjusel pole teda vaja teha tagavaraks, vaid hoitagu apteegis kättesaadavalt linaõli ja lubjavett, milledest tarvidust mööda saab kohe valmistada. Võidega niisutatud vett tuleb hoida haigel kohal, kunni vaikib valu.

## II. Eriline osa.

### Loodusteadusliste praktiliste tööde kirjeldus.

Kui kümneaastasele lapsele on kasulik alata loodusloo õppimist, siis nähtavasti ainult selle sihiga, et looduse tundmaõppe abil mõjuda tunnete ja tähelepanu arenemise peale. Teist otstarvet loodusloo õpetamisel selles eas ei võigi olla.

M. Pirogov.

Alamal järgneb keskkooli algklassidele (meie 4., 5., ja 6. õppeaasta) määratud viiekümne praktilise töö kirjeldus loodusloo algkursusest. Need tööd on saadus kaua-aegsetest praktiliste tööde juhtimise kogemustest eluta looduses. Õpilaste käed on neid koolilaboratooriumis sajad korrad läbi teinud. Tööde aluseks on pandud A. Herdi kava, mida pärast ta järglane L. Nikonov on detailinud.

Tööd on kirjeldatud nii, et neid mitme meetodi, olgu isendilise, rindelise, sega- või mõne teise meetodi abil võib juhtida. Et eluta looduse õpperaamatutes aine väga mitmekesiselt jaotatud võib olla, siis on antud kõigile töödele enam-vähem iseseisev iseloom. Nii võib neid korraldada õpetaja enese poolt kavatsatud süsteemi järele.

Tööde kirjeldusel on hoitud liig üksikasjaliste õpetuste ja juhatuste eest, et mitte kitsendada õpilaste isetegevust. Väga tihti pannakse õpilastele ette palja joonistuse järele, ilma muu seletuseta, riista kokku seada. Kuid vastupidi, töö osades, kus õpilased endile täieliselt aru peavad andma oma tegevusest, on küsimused liiges-

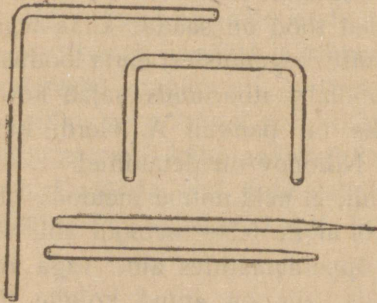
tatud, peenusteni ette kantud, pidades silmas just nooremate klasside vanadust ja iga.

Mis kujul töö sisu ja ülesanne õpilastele edasi antakse, oleneb täiesti õpetajast ja ta vaatest. Võib piirduda ainult suusõnalise edasiandega, tehes sealjuures tahvlile tarvilised joonistused ja märkides ka küsimused. Võib korraldada tööde sisu seinatabelile, mis riputatakse üldiseks tutvustamiseks laboratooriumi üles. Võib lõpuks anda iga töö sisu isiklikult õpilaste rühmadele kätte.

## 1. Klaastorukeste lõikamine ja painutamine.

### Töö sisu:

Ära lõigata viiliga kolm 20 cm pikkust klaastoru tükki. Kaks tükki painutada piirituslambi tulel, nagu joonisel näha. Kolmas tükk soendada piirituslambil ning toru venitada kaheks osaks. Lahtivenitatud poolekeste teravad otsad kinni sulatada, joota (11. joonis).



11. joonis. Klaastorude painutamine ja venitamine.

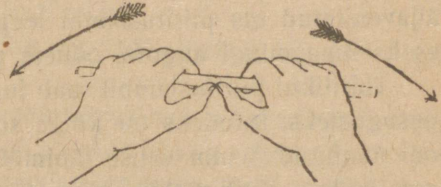
1. Missugune klaasi omadus võimaldab teha temaga niisuguseid katseid? (Vastus —)

Torukeste lõikamise jaoks tarvitatakse kolmetahulist väikeste tihedate raietega viili. Lõikamiseks tuleb toruke panna lauale ja

kaunis tugevasti viilile peale rõhudes tõmmata tagamärgatav põikjoon. Siis võetagu toru mõlemasse kätte, lõikega ülespoole, ja murtagu liigutusega allapoole ja kõrva (12. joonis). Need võtted tuleb õpilastele isiklikult näidata, sest kirjelduse ja piltide abil on neid siiski raske arusaadavaks teha. Ei tohi lubada õpilastele viiliga mitu

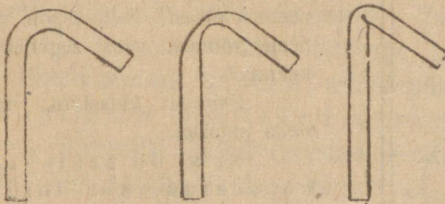
korda tõmmata ühte kohta (see rikuks ainult viili), kuna ühest-kahest korrast küllalt on klaastoru murdmiseks.

Et toru õieti painutada, on teda vaja pikema mööda keerutades soendada piiritustule ülemises kolmandikus. Painutada tuleb ilma mingi jõupingutusega alles siis, kui toru küllalt pehmeks on läinud. Kõverus ei tohi olla nurgeline ega lame, tasane. Kuumutatud tulist toru tuleb hoida käes, kunni ta jahtub, aga mitte panna tulise kohaga vastu külma asja, kus ta kergesti võib praguneda.



12. joonis. Klaasi murdmine.

Toru otsad on peale murdmist teravad ja võivad kergesti lõigata ja haavata tarvitamisel, näit. puhumisel. Et seda mitte ei juhtuks, tuleb teravad ääred ümmarguseks sulatada. Seda teeme sel teel, et toru otsa tuliseks ajame piirituslambi leegis, kunni klaas pehmeneb ja teravad otsad ümmarguseks lähevad.



13. Hästi ja halvasti painutatud klaasitorud.

Alguses laseme õpilase painutada täisnurga all, mis kõige lihtsam ja kergem. Teise toru laseme juba  $\square$ -kujulise painutada, kusjuures tähele tuleb panna, et mõlemad otsad asuk-

sid ühel tasapinnal, mille vastu algajad nii tihti eksivad (13. joonis).

Kolmas ülesanne — toru välja venitada. Selleks tehakse toru piirituslambi leegis pöörates tuliseks ja venitatakse kiirelt tõmmates, kui toru on pehmenenud.

Toru kinnijootmiseks, sulatamiseks hoitakse väljavenitatud ots piirituslambi leegis, kunni ta sulab väikeseks ilma mingi auguta, õneta paksenduseks.

Häriulikul piirituslambil saab joota ainult peeni torusid. Seesugusteks torudeks on kõige soovitamamad, nagu eespool mainitud 5 mm välise läbimõõduga torud (nr. 5 Rit-tingi järele). Kõik võtted, mida vajab torude valmistamine, tuleb esialgu õpilastele ette näidata, demonstree-rida, ilma selleta, ainult joonistuste ja kirjelduste järele, ei saa õpilased ülesandega kunagi valmis. Sel põhjusel on siin mõõda mindud detailsetest seletustest, kuna joonis-tused ainult meeldetuletuseks on.

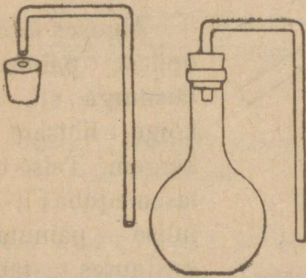
## 2. Korkide valmistamine; riistade kokkuseadmine.

### Töö sisu:

Tuleb võtta kolb ning valida temale kork, mis läheks tihedalt kolbi peale. Pigistada korki korgipigistajas. Puurida korki auk. Puurida on tarvis kork puuriga, alates tööd korki peenest otsast. Puurile pole vaja peale rõhuda, vaid sagedamini keerata!

Painuta klaastoru, nagu näha joonisel.

Riist on hästi kokku seatud, kui toruke tihedalt korgis seisab ja kork kolbi täiesti kinni sulub (14. joonis). Kokkuseatud riist tuleb paigale



14. joonis. Riista kokkuseadmine.

panna, sest teda läheb mõneks järgnevaks tööks vaja.

Riista kokkuseadmisel etendavad tähtsat osa korgid.

Nende heast valikust ja paslikkusest ripub tihti terve katse kordaminek. Koorkorkidel on gummikorkidega võrreldes palju puudusi, kuid nende võrdlemata eelistus on — o d a v u s ning üldkättesaadavus.

Igal juhul on tarvilik õpetada õpilasi koorkorkidega ümber käima.

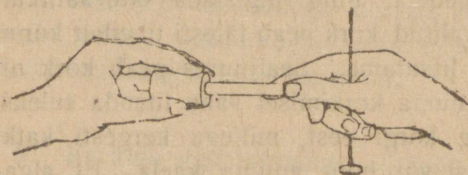
Iga korki on tarvis pruukimise eel pigistada. Seda tehakse isesuguste korgipigistajate abil, mis on kas puust või rauast. Pigistamisel väheneb kork veidike oma läbimõõdus, mispärast valitud kork peab olema pigistamata kujul vähesuurem riista kaetavast august. Kork tuleb valida sile, lõhedeta, ning pigistada ettevaatlikult igast küljest. Hästi valitud kork peab täiesti tihedalt kunni pooleni anuma kaela litsutama. Sealjuures peab kork nii suur olema, et teda anuma korkimisel vähe litsuda tuleks. Tuleb hoida liig suure korgi eest, millega kergesti katki võib litsuda katseklaasi või muu anuma kaela. Et algajatele kergendada korgi valikut, tuleb kõik anumad osta samakaliibrilised, samuti nagu korke ainult ühes suuruses vaja on, mis vastab oma läbimõõduga anumate kaela läbimõõdule. Ka sel puhul on valik tarvilik, sest ei leidu täiesti samakaliibrilise kaelaga anumaid, nagu ka korkide suurus vähe varieerub. Ent korke on siin siiski kergem ja lihtsam valida. Säärane riista kokkuseadmise viisi lihtsustamine on eriti möödapääsmata algklassides.

Õpilaste harilikud eksimised on, et nad esimest juhtumisi kättepuutunud korki litsuma hakkavad ja alles siis anuma kaelaga proovivad. Litsumisel jäetakse tihti pool korki korgipigistajast välja, mille tagajärjel kork põikpraokesed annab. Pigistatakse liiga tugevalt, ilma pööramata ja kork muutub õhukeseks.

Riista kokku seades korgivad nad kolbi, teda lauale seades. Säärasel korral võidakse kolb kergesti lõhki pigistada. Tarvilik on õpilasi hoiatada, et nad korki peale

litsudes hoiaksid kolbi käes ja korki pöörates peale litsuksid.

Korkide puurimine sünnib terava äärega vasktoru — puuri abil. Korkpuure müüakse pesadena mitmesuguses suuruses. Müüdadavad pesad ei ole kooli tarvis otstarbekohased (noorematele), sest et raske on oodata, et õpilased valiksid iseseisvalt õigekaliibrilise puuri. Sellepärast on tarvilik õpetajatele, kes töötavad nooremate õpilastega, asjata terveid pesasid mitte osta, vaid tellida sepa juures tarvilik arv hästi valitud samakaliibrilisi puure, vastavalt teatavale klaastorude sordile (5 mm).



15. joonis. Augu puurimisel on vaja kork nii hoida!

Kui siis õpilane säherduse puuriga teeb korki augu, siis vastab sellele ka täiesti üks kõik mis-sugune torutükk.

Puurida võib ainult passitud ning pigistatud

korki. Selle juures peab järgmisi määrusi silmas pidama:

1. Puurimist alatagu korki peenemast otsast.
2. Puuritagu ilma ruttamata, nõrgalt peale rõhudes ning puuri sagedamini keerates.
3. Puurides hoitagu kork näppude vahel, (15. joonis) aga ärge pandagu näit. lauale.
4. Valvatagu selle järele, et puur viltu ei kalduks.
5. Puurimise järel tuleb korki puru puuri õõnsusest tingimata välja tõugata.

Mõnikord puuritakse kõrke laboratooriumis naaskli ning ümmarguste viilide abil. Noorematele õpilastele koolilaboratooriumis on need riistad vähe kõlbulised, sest harjumata kätes võivad nad olla hädaohtlikud (võivad näit. oma või naabri silma rikkuda).

Kõik võtted korkide valmistamiseks peab enne õpilastele isiklikult demonstreerima: suusõnaline kirjeldus annab sellele vanadusele liiga vähe. Sellepärast ei puudutata seda siin nii üksikasjaliselt.

Koolilaboratooriumi õigel sisseseadel ja korraldusel on riistade kokkuseadmise tehnika noorematele õpilastele võrdlemisi kerge asi. Ei ole mingisugust vajadust sellepärast liiga rõhutada seda töö külge ning raisata selle peale asjata palju aega. Erijuhusel, kus terve katse kordaminek oleneb korgi tihedusest ja paslikkusest, võib õpilastele anda ka valmis kõrge ja venitatud torusid. Kuid õpilastele iseseisvat riistade kokkuseadmist keelata pole sugugi õige ja otstarbekohane, nagu eespool nägime.

Tihti võime kuulda arvamisi, nagu ei suudetaks õpetada 11—12 a. vanuseid õpilasi laboratoorsetele võtetele, olgu korki auku puurima või klaastoru painutama. Need arvamised on põhjendatud nähtavasti asja mitte täieliku tundmise, isiklikkude äparduste või isetaolise mõttekäigu peale. Ei tarvitse sellepärast imestada, et nad kauget lahku lähevad faktidest. Paljude käsitlejate valdav praktika ja täpsad katsed, mis küsimuse selgitamiseks korraldatud, näitavad hoopis vastupidist\*).

---

\*) Olgu siin selt alalt üks katse, mis korraldatud autori poolt ühes teistega Lesnoi kommertskoolis Peterburis:

7. veebr. 1915. a. toodi 36 ettev. klassi õpilast, 9-aastase keskmise vanusega, koolilaboratooriumi. Õpilased ei olnud kunagi loodulugu õppinud. Neile seletati, kuidas ümber käia piirituslambiga ja kuidas painutada klaastorusid. Selle järele anti neile ülesandeks lõigata kindla pikkusega toru ja painutada see täisnurgi kõveraks. Tagajärjed olid: esimese 5 minutiga lõpetasid 18 õpilast ülesande, 10 min. — 14 õpilast ja 15 min. — 4 inimest. Terve töö vältas ühes seletusega 45 m. Haavamisi — üks juhtumine. Torud olid peaaegu kõik rahuloldavalt painutatud.

### 3. Valmistada meetripikkune mõõtpael.

#### Töö sisu:

Pool poognat kirjutuspaberit panna pikuti kokku ning lõigata noaga kaheks. Kumbki pool keerata samuti pikuti kokku ning lõigata pooleks. Liimida neli riba üheks pikaks paberilindiks. Võtta õpetajalt sentimeetriteks jaotatud joonelaud ja mõõta paberiribal nii mitu sentimeetrit, et meeter täis saaks. Jaotuste kohale pandagu numbrid. Üleliigne lindi osa lõigatagu maha. Kümme esimest sentimeetrit jaotada veel millimeetriteks.

1. Mitu sentimeetrit on meetris? (Vastus — —)
2. Mitu millimeetrit on sentimeetris? (Vastus — —)
3. Mitu millimeetrit on meetris? (Vastus — —)

Kirjutage pikuti linti: meeter võrdub (nii mitme) sentimeetriga ning (nii mitme) millimeetriga. Mõõtke enda peal üks meeter, alates põrandast.

4. Kuhu tuli meetri ülemine ots: kaela, rinna või kuhu kohta? (Vastus — —)

Pidage meeles see koht oma kehal.

Paber mõõtpaela valmistamiseks olgu tihe joonteta harilik kirjutuspaber. Ribade liimimiseks on kõige kohasem sündeetikon ehk harilik liim. Tähtis on valvata, et õpilased lõikaksid paberit korralikult. Ribade ääred olgu tasased ja ribad ühelaiused. Et lintpael ei saaks kõver, tuleb töötajatel paberitükke orienteerida laua serva järele. Puu-joonelaud lindi märkimiseks (15—20 sm. pikad, millimeetrijagudega) jagab õpetaja välja.

Ebatäpsuse kõrvaldamiseks jaotatagu esiti paberipael detsimeetriteks ja alles need sentimeetriteks. Mõõtude märkimiseks tuleb pliiats võimalikult vahedaks teritada. Numbrid tuleb panna jaotusjoonekeste vastu, aga mitte vahele, mis harilik õpilaste viga.

Võib välja anda ka paksust paberist valmis paelad. Selleks on iseäranis kohased seinapaberite äärispaelad (bordüürid). Ainult ühekarvalised ja paremast sordist peavad nad olema. Valmistatud mõõtpael keeratakse rulli ning hoitakse järgnevateks töödeks alal.

#### 4. Keha pikkus ära mõõta.

##### Töö sisu:

Mõõda paberist ehk puust joonelauaga oma töölaua pikkus ning laius. Vastus anda meetrites ning sentimeetrites. Selle juures ei maksa arvesse võtta suurust alla sentimeetri.

1. Kui pikk on laud? (Vastus — —)

2. Kui lai on laud? (Vastus — —)

Võta õpetajalt mõned pulgad mõõtmiseks. Määrata nende pikkus. Vastus meetrites ning sentimeetrites.

3. Kirjutada oma kaustikusse. (Vastus — —)

Tööks tuleb enne mini valmistada hästi mõõdetud metallvardakesi tagavaraks. Varraste asemel võib tarvitada puukepikesi, või papist, või koguni paberist ribakesi. Mõõtmiseks väljaantavad pulgakased peavad olema nummerdatud, et õpetajal kergemini ja kiiremini oleks võimalik õpilaste mõõtmist kontrollida. Ühepikkused pulgad tuleks sealjuures kõik sama numbri alla mahutada (v. inventaar nr. 29).

Töö kontrollimise kiirendamiseks on otstarbekohane lasta õpilasi paariviisi teineteist järele katsuda. Kui mõõdud kokku ei lange, siis tuleb teiskordse mõõtmisega selgitada, kumb tegi vea.

Laua mõõtmiseks kõlbab paberipael, mis valmistatud eelmises töös. Täpsaks mõõtmiseks tuleb õpilastele kätte anda puust joonelauad, jaotatud millimeetritesse. Nende oma valmistatud joonelauad on vähe kõlbulised mõõtmisteks ühe millimeetri täpsuseni.

Võib lasta õpilasi mõõta veel terve rea asju, nagu pliatsi, kaustiku jne. pikkuse. Ent nende arvude õiguse kontrollimine võtab palju aega.

#### 5. Pinna mõõtmine I.

##### Töö sisu:

Lõigata ruudulisest millimeetripaberist täisnurksed nelinurgad.

1) 1 ruutsentim. suuruse pinnaga

2) 4 " " "

3)	6	ruutsentim.	suuruse	pinnaga
4)	16	"	"	"
5)	20	"	"	"
6)	24	"	"	"
7)	27	"	"	"
8)	35	"	"	"
9)	1	detsim.	"	"
10)	100	millim.	"	"

Liimige väljalõigatud täisnurksed nelinurgad kaustikusse. Kirjutage iga tüki alla, kui suur on ta pind ruutsentimeetrites. (Liimimiskoht — —)

Ruutdetsimeetritel mõõtke ja tusheerige pliatsiga järgmised pinnad: 1) 4 sm<sup>2</sup>; 2) 9 sm<sup>2</sup>; 3) 25 sm<sup>2</sup>; 4) 1000 mm<sup>2</sup>.

Tööks tarvitatakse harilikku millimeetrist joonistuspaperit. Õpetaja võib töö eel lõigata parajad tükid, mida jatkuks kõigeiks kümneks ülesandeks, ja jagab nad õpilastele.

Seda paperit müüakse kas poognate või arssinate kaupa. Viimasel ajal on müügile ilmunud ka suured block-notes'id ning kaustikud millimeetripaberist, mis kohased kooli tarvidusteks.

## 6. Pinna mõõtmine II.

### Töö sisu:

Võtke õpetajalt lehekeseid nende pinna mõõtmiseks. Määrake joonelaua abil iga lehekese pind. Joonestage iga leheke üles. Pange leheke kaustiku lehele ning tõmmake pliatsiga piirjoon ümber. Kirjutage iga joonistuse peale tema pinna suurus ruutsentimeetrites. (Koht joonistusele — —)

Kõige suurem joonistatud täisnurksetest nelinurkadest jaotage joonelaua abil ruutsentimeetritesse. Selle järele mõõtke välja 49 ruutsentimeetri suurune pind ning varjundage teda pliatsiga.

Tööks peab valmistama tagavaraks täisnurkseid metall- ehk papplehekesi. Lehekeseid nummerdatakse; nende pindala on õpetajale teada.

Lihtsustamiseks tuleb lehekeste laius ja pikkus väl-

jendada tervetes sentimeetrites. Muidugi mõista, et lehekeste arv ning suurus peab olema kokkukõlas töö jaoks määratud kohaga kaustikus (v. inventaar nr. 30).

## 7. Korrapärase keha maht ära mõta.

### Töö sisu:

Välja lõigata kartulist kantsentimeetri suurune kuup.

1. Kui pikad on ta servad? (Vastus — —)

Välja lõigata kartulist kaheksa-kantsentimeetrine kuup.

2. Kui pikad on selle servad? (Vastus — —)

Võtke õpetajalt mõned neljatahulised pulgad (ehk karbid) mõõtmiseks. Mõõtke nad ära joonelauaga ning arvake välja nende maht.

3. Kirjutada vastus (kantsentimeetrites). (Vastus — —)

Kartuli asemel võib tarvitada ka nairist või kaalikat, mis küll alati kohane pole, sest õpilastel on raske hoiduda kiusatusest neid ära süüa.

Kehad mõõtmiseks (puust, papist ehk metallist) olgu nummerdatud ning ennemini mõõdetud. Nummerdamise asemel võib kehad ka ära värvida, nii et teatavale suurusele ka teatav värv vastab. Lihtsustamiseks tuleb kehasid mõõta tervete sentimeetritega (v. inventaar nr. 31).

## 8. Ära mõõta korrapäratu keha maht.

### Töö sisu:

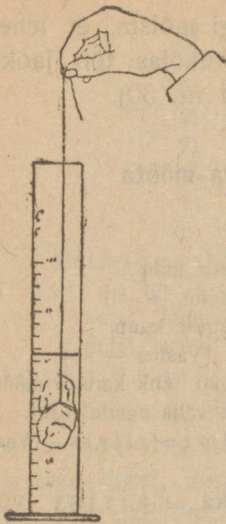
Võta õpetajalt kivi mõõtmise jaoks. Võta mensuur. Täida mensuur veega kuni teatud jooneni, näit. 50 kantsm. (täpsalt!). Seo kivi niidi otsa ja lase vette. Vesi peab kivi katma (16. joonis).

1. Miks veepind muutus? (Vastus — —)

2. Mitu jagu tõusis vesi? (Vastus — —)

3. Kui suur on kivi maht? (Vastus — —)

Tööks on tarvis silindrikujulisi mensuure — 100 sm<sup>3</sup> mahutusega. Kivid mõõtmiseks peavad olema muretsetud



16. joonis. Lase kivi nii mensuuri.

(marmori-, graniidikillud jne.) nii suured, et neid vabalt võib mensuuri lasta.

Kivid tuleb nummerdada, enne seda aga ära mõõta, et kergendada töö tagajärje katsumist (v. inventaar nr. 32).

## 9. Määrata, kui palju kaalub üks kantsentimeeter vett.

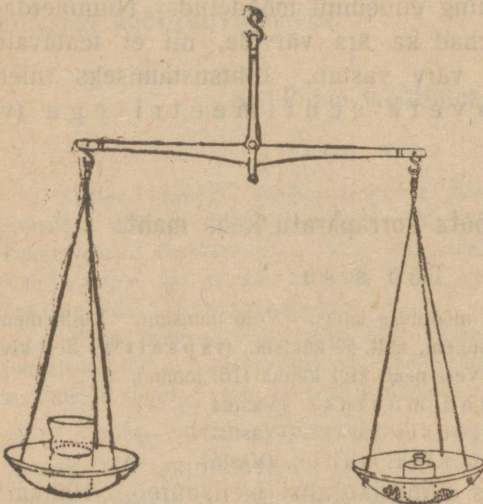
### Töö sisu:

Mõõda kaaludel 50 grammi vett (17. joonis). Selleks pane kaalukausikesele puhas klaas ning tasakaalusta ta liiva või haavlitega. Siis pane sellesse kaussi, kus haavlid või liiv, 50-grammiline viht, ning klaasi vala vett, kunni mõlemad kausid tasakaalu jäävad. Vett võib võtta torukesega, ta ülemist otsa sõrmega kinni pigistades. Vala kaalutud vesi mensuuri, mis jagatud kantsentimeetriteks.

1. Mitu kantsentimeetrit võtab oma alla 50 gr. vett? (Vastus — —)

2. Mitu grammi kaalub üks kantsentimeeter vett? (Vastus — —)

3. Kas saab ära kaaluda 100 gr. vett, kui puuduvad kaalud, aga on mensuur? Kuidas? (Vastus — —)



17. joonis. Vee kaalumise.

4. Kas saab ära mõõta 100 kantsm. vett, kui on kaalud, aga puudub mensuur? Kuidas? (Vastus — —)

Tööks on kohasemad Robervaali kaalud, kuid kõlbavad ka apteegikaalud. Tähtis on järele valvata, et vee kaalumisel oleksid kaalukaunid täiesti kuivad.

Et kaalumine annab täpsamaid resultate kui antud tüüpi mensuuriga mõõtmine, siis peab ka esimesest algama tööd, aga mitte vastuoksa, — muidu saadakse mitte täiesti ühtivad tagajärjed.

## 10. Määrata keha erikaal.

### Töö sisu:

Võta õpetajalt tükk metalli (ehk kivi). Kaalu see kaalul ära.

1. Kui palju kaalub metallitükk? (Vastus — —)

Täida mensuur veega teatava jooneni.

Selle järele lase metallitükk niidi otsas vette (18. joonis).

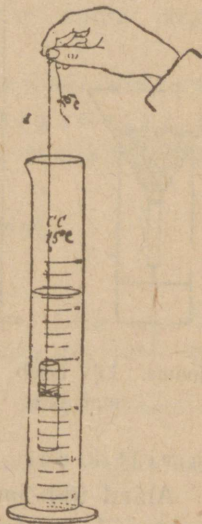
2. Mitu kantsm. vett rõhus metall välja? (Vastus — —)

3. Kui palju kaalub metalli poolt väljarõhutud vesi? (Vastus — —)

4. Teades metalli raskust ning ta mahu suuruse vee raskust võime välja arvata metalli erikaalu. Kirjutada kaustikusse. (Vastus — —)

Tööks tarvisminevad kehade tükid peab ennemini varuks valmistama niisuguses suuruses, et nad vabalt mahuksid mensuuri (100 kantsm.) (vaata inventaar nr. 33).

Toome mõnede koolilaboratooriumis tarvisminevate metallide täpsad erikaalud (Erdmann-Köthneri andmete järele):



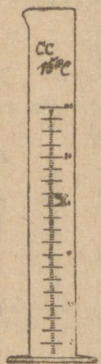
18. joonis. Keha erikaalu määramine.

raud	— 7,8
punane vask	— 8,9
valge vask	— 8,1—8,6
tsink	— 6,9
seatina	— 11,3
inglistina	— 7,3
hõbe	— 10,5

## 11. Kindlaks teha, kas peab liiv või savi vett enam kinni.

### Töö sisu:

Mõõta mensuuriga 50 kantsm. kuiva peent liiva. Raputada liiv lehrisse, mille otsa on pandud vähe puuvilla, et liiv välja ei variseks, pudeneks. Sea lehter klaasi, nagu siin joonisel näidatud (19. joonis). Vala liiva peale 50 kantsm. vett.



19. joonis. Liiv laseb vee ruti-  
mini läbi.

1. Kas läheb vesiruttu läbi liiva? (Vastus — —)  
Oodata, kuni vett enam ei tilgu.

2. Mitu kantsm. vett läks läbi liiva? (Vastus — —)

3. Kui palju vett jäi liiva sisse? (Vastus — —)

Teha sama katse sama kogu kuiva peeneks tambitud saviga.

4. Kas läheb vesiruttu läbi savi? (Vastus — —)

5. Kui palju vett jäi savi sisse? (Vastus — —)

6. Kumb hoiab rohkem vett kinni: kas liiv või savi? (Vastus — —)

Ained töö jaoks oleksid: kuiv, peen hästi sõelutud liiv ning kuiv peeneks tambitud (sõelutud) savi. Savi võiksid õpilased ka uhmites puruks hõõruda. Kuid et see tegevus õpilaste käes pikaldaselt edeneb ja müra teeb ning isesuguseid portselaannõusid tarvitab, siis on parem juba

omal varemini valmistada tagavaraks peeneks tehtud savi, mida õpilased siis ise mõõdavad.

Soovitame liiva ning savi puistata lehtrisse ilma paberist kurnata, toppides ennemini lehtri sisemisse auku väikese hügrokoopilise vati tükikese. Katsed näitavad, et paberist lehter tuntavalt kiirendab savist vee läbitungimist mööda paberikudet, ning resultaadid saavad ebatõelised. Muidugi mõista peavad vatitükikesed olema liiva ja savi jaoks ühesurused ning ainult nii suured, et nad ei laseks sõredat keha läbi toru välja variseda.

Liiv laseb antud hulga vett 1—3 minuti jooksul läbi, olenedes terade jämedusest. Enesesse imeb ta kunni 20 kantsm. ümber vett. Läbi savi läheb vesi 3—5 tunni jooksul, kusjuures savisse umbes 35 kantsm. vett imbib. Töö teine pool on vältava iseloomuga, selle tõttu tuleb õpilastel riistad jätta oma kappidesse kunni järgmise tunni.

Liiva ning savi mensuuriga mõõtes tuleb tähele panna, et õpilased ei puistaks neid kehi märgadesse mensuuridesse, mille seinte külge liiv ning savi kinni jäävad.

## 12. Lahutada liiv savist.

### Töö sisu:

Kaaluda 50 grammi liiva ja savi segu. Puistata segu klaasi. Valada klaasi vett, segada pulgakeseга seiti, ning selle järele sogane vesi ettevaatlikult pealt ära valada (20. joonis).

1. Mis valame meie ühes veega välja? (Vastus — —)

2. Mis jääb klaasi põhja? (Vastus — —)

Korrata valamist, kunni valatud vesi täiesti selgeks muutub. Vett peab ära valama pikkamisi, et liiva mitte kaotada.

3. Kuidas nimetatakse niisugust liiva ja savi eraldamise viisi? (Vastus — —)

4. Missuguseid liiva ning savi omadusi kasutasime meie nende eraldamiseks teineteisest? (Vastus — —)

Puhas liiv jätta klaasi järgmise korrani, vesi pealt ära valada. Kui liiv on täiesti kuivanud, siis ära kaaluda.

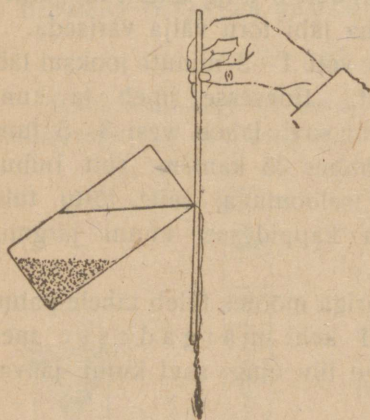
5. Kui palju oli segus liiva? (Vastus — —)

6. Kui palju oli segus savi? (Vastus — —)

Liiva ning kuiva peenestatud savi segu muretsetakse valmis varemalt (kaalu järele). Segu koosseis peab olema õpilastele enne katset teadmata. Et segu kergemini seitiks, ei maksa palju savi võtta. Kohane oleks tarvitada

segu: 1) neljast osast liivast ning ühest osast savist; 2) kolmest osast liivast ning kahest osast savist.

Seguks ei tarvitse võtta liig peenikest, küll aga hästi pestud ja kuivatatud liiva. Seitmisel peab valvama, et töötajad ei ruttaks, vaid annaksid liivale aega põhja settida ja ei valaks teda ühes veega välja. (Näidata, kuidas seda teha.)



20. joonis. Vala nii!

Kuivatamiseks on kohane liiv jätta sama klaasi, ainult vesi pealt ära valada. Liiva raputada klaasist paberile jne. ehk kuivatada teda tiiglis soendamisega on kohatu. Osa liiva jääb õpilastel harilikult klaasi seinte külge, kuna märga liiva algajatel raske on puhtalt välja raputada. Tuleb aga märkida, et klaasi jäetud liiv kuivab väga kaua, nädalat 2—3.

4. küsimuse peale vastates pole tarvidust küsimust iseäranis süvendada. On küllalt, kui õpilased näitavad vaadeldud fakti, et liiv vees kiiremini settib kui savi.

### 13. Määrata, kui palju huumust on maa sees (mullas).

#### Töö sisu:

Kaaluda 10 gr. kuiva maad. Puistata muld tiigilisse ning kokku seada riist, nagu joonisel näha (21. joonis). Riist seada tõmbekappi ning süüdata piirituslamp põlema. Mulda peab tõmbekapis senni kuumutama, kui veel vingu tuleb. Siis võib kuumutamist jätkata omal laual.

1. Kuidas nimetatakse seda osa maast, mis põleb? (Vastus — —)

2. Missugune jagu maast jääb alles? (Vastus — —)

Kuumutamist peab jätkama tundi kolm. Samal ajal võib teha teisi töid, vahetevahel vaadates katse järele. Kui maa pole lõpuni läbi põlenud, peab tiigil koristama tunnist tunni hädaohuta kohta. Pärast kuumutamist kustutada piirituslamp ja lasta tiigel jahtuda ning siis kuumutatud muld ära kaaluda.

3. Kui palju kaalub muld peale kuumutamist? (Vastus — —)

4. Kui palju oli mullas huumusmulda? (Vastus — —)

5. Kui palju huumust tuleb ses maas 100 osa peale? (Vastus — —)

6. Missuguseks muutub maa välisnägu peale huumuse kõrvaldamist? (Vastus — —).

Mulda analüüsid rahuldume ainult huumuse hulga määramisega. Meie arvamise järele ei suuda suuremalt jaolt 11—12-aastased õpilased liiva või savi hulkasid maas enam-vähem õieti ära määrata, kõnelemata siis sulavatest osadest.

Töö ebasoodsaks küljeks on liig pikaldane iseloom. Selle tõttu on seda tööd võimalik korraldada ainult teistega seotult, mis iseenesest raske pole, sest riist ei tarvita pea mingit järelevalvet.



21. joonis. Mulla põletamine.

Tiigel on soovitatav portselaanist võtta, mitte rauast; viimases edeneb kuumutamine veel kauemini, pikaldasemalt.

#### 14. Lubja kustutamine.

##### Töö sisu:

Võtta kustutamata lupja kanamuna suurune tükk (mitte vähem). Panna kaussi; valada vett peale. Vett peab valama pikkamisi, tilga-kaupa, et teda ei korjuks kausi põhja.

1. Kas lubi imeb vett hästi endasse? (Vastus — —)  
Oodata paar minutit, kunni lubjaga sünnivad muutused.

2. Üles kirjutada, missugused muutused sünnivad lubjaga. (Vastus — —)

Loputada lusikatäis lupja klaasitäies puhtas vees.

3. Mis värvi on vedelik? (Vastus — —)

4. Kuidas nimetatakse seda vedelikku?  
(Vastus — —)

Kurnata sogane vedelik läbi paberkuurna.

5. Mis värvi on vedelik nüüd? (Vastus — —)

6. Kuidas seda nimetatakse? (Vastus — —)

7. Mis maitse on tal (katsuge!)? (Vastus — —)

Tööks läheb tarvis värsket kustutamata lupja, mis lõhutud antud suurusega tükkideks. Vähemad tükid kustuvad halvasti; mis väikesed, ei anna sugugi resultaati. Lubi peab olema hea omadusega, muidu venib töö pikale ehk ei tule üldse midagi välja. Kõige parem on võtta marmorist põletatud lupja (*Calcaria caustica pura* e marmore). Lupja peab hoidma paraffiinitud korgiga klaaspurgis. Töö eel on tarvis kustutamise kiirust järele katsuda. Mitmed sordid kustuvad mitmesuguse kiirusega (2—5 kunni 10—20 ja rohkem minutiga). Et töötajad asjata ei ärrituks („meil ei tule midagi välja“), on tarvilik neid juba varemini hoiatada, et tagajärjed ei avaldu mitte k o h e.

Sagedasti ei saa resultaati sellepärast, et õpilased valavad lubja peale liig palju vett, nii et see kausi põhjas

loigukesena seisab. Seda ei tohi mingil tingimusel teha; vett peab valama ainult niipalju, et ta kõik imbuks lubja sisse ja kausi põhi kuiv oleks.

Kustutamise nähtused panevad õpilased hari-likult järgmiselt tähele: 1) lubi läheb palavaks; 2) eraldub vee-aur, mõnikord susinaga; 3) tükk praguneb ning variseb pulbriks.

Korralikult ja õieti kustutatud lubi peab muutuma õrnaks ning täiesti kuivaks pulbriks. Eespool-kirjel-datud viisil saavad töötajad edasi lubjapiima ning lubjavee. Viimase maitsmine ei ole sugugi tervisele kahjulik. Siin esitatud küsimuste ülesanne on selgitada õpilastele vahet valge ja värvita vahel, mida noore-mad õpilased tihti segavad.

## 15. Kivisöe läbiajamine.

### Töö sisu:

Kokku seada riist kahest katseklaasist, nii kui näha joonisel (22. joonis). Pealmisesse katseklaasi puistata kunni pooleni peenestambi-tud kivisütt. Kokku seada riist ning lasta alumine katseklaas külma veega täidetud klaasi. Kivisöe katse- klaasi soendada piirituslambi leegil. Kuumutada tuleb kaua ning tugevasti.

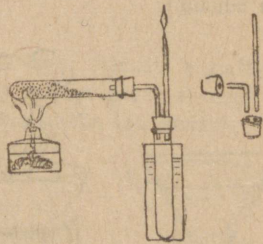
1. Missugused muutu- sed on näha alumises katse- klaasis? Mis sinna kor- jub? (Vastus — —).

Nuusutage peene otsaga to- rust välja tulevat gaasi. Katsuge torust välja voolavat gaasi põlema süüdata.

2. Kas see gaas põleb? (Vastus — —)

3. Kuidas teda nimetatakse? (Vastus — —)

Kui gaasi eraldamine lõpeb, koristada piirituslamp ära, lasta riist jahtuda, võtta peamine katseklaas ära ning puistata ta paberilehele.



22. joonis. Kivisöe läbiajamine.

4. Mis jäi temasse peale kuumutamist? (Vastus — —)

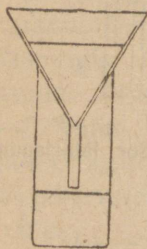
Tööks tarvisminev tõugatud kivisüsi peab enamalt valmis muretsetama, sest et iseseisev kivisöe tõukamine võtab nooremate juures palju aega, ei ole kõigile jõudu möödagi. Läbiajamisel kogunevad vedelad ained — kivisöe-tõrv ning tõrva-alune vesi — alumisesse katseklaasi, valgustusgaas aga läheb toru mööda välja. Ülemisesse katseklaasi jääb peale kuumutamist kokkuläinud koksitükk.

Mitte kõik kivisöe sordid pole kõlblikud gaasi ajamiseks. Peab võtma musta sütt, just seda sorti, mida nimetatakse gaasisöeks (annab 15—25% valgustusgaasi). Halvem on must küttesüsi (5—15% gaasi) ning sugugi ei kõlba antratsiit.

## 16. Puhastada musta keedusoola.

### Töö sisu:

Valmistada klaasis 50 kantsm. küllastatud puhastamata köögisoola lahundit.



1. Mida nimetatakse küllastatud lahundiks? (Vastus — —)

Lahund hoolega läbi kurnata. Selle järele valada lahund portselaantassi ja panna piirituslambi tulele (23. joonis). Kõik vesi tassis ära aurutada, kunni kuivaks saab. Aurutamise lõpul, kui vett väheks jääb, vähendada lambi tuld. Et vedelikku vähem pritsiks, peab kogu aeg teda segama klaaspulgaga ning ettevaatlikult soendama.

23. joonis. Keedusoola puhastamine.

2. Kuhu kadus vesi? (Vastus — —)
3. Mis jäi tassi põhja? (Vastus — —)
4. Missuguseid soola omadusi me kasutasime, et teda puhastada? (Vastus — —)

Sool puhastub lahundist kurnamise abil ja siit saadakse ta kätte aurutamise teel. Ühtlasi selgub siin ka küllastatud lahundi mõiste; õpilased määravad ta kui niisuguse, „kus soola enam ei sula“. Keedusoola küllastatud lahund (+18° C soojuses) sisaldab 100 osa vee kohta 36 osa soola.

Et auramise protsess hästi läheks, ei tohi töötajad ära minna oma riistade juurest, vaid peavad kõik aeg katsuma pulgaga vedelikku segada, iseäranis kui osa soola juba põhja sadestus. Vaja on õigel ajal lõpetada aurutamine, kustutades piirituslamp, vastasel juhtumisel võib sool põlema hakata. Kui saadud sool on vähe niiske, pole sellest suurt viga, ja see on igatahes parem, kui üleliia kuumutades pruun soola saada.

## 17. Lahutada kriit soolast.

### Töö sisu:

Võtta 20 grammi antud soola ja kriidi segu. Puistata segu klaasi, valada klaas vett täis ja segada hästi seiti klaaspulgaga, et sool ära lahunduks. Valada vedelik kurna, nagu joonisel näha (24. joonis).

1. Mis jääb kurna? (Vastus — —)

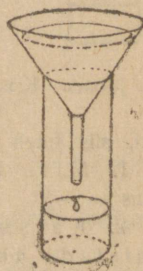
2. Mis valgub klaasi? (Vastus — —)

Jätta terve riist järgmise tööni seisma, et kriit jõuaks ära kuivada. Kui kriit kuivanud, tuleb kurn lahti teha ja kõik kurnal olev kriit, mis kerge kogukesena liistub, ära kaaluda.

3. Kui palju oli kriiti 20 gr. segus? (Vastus — —)

4. Kui palju oli soola? (Vastus — —)

5. Missuguseid soola ja kriidi omadusi me kasutame, et neid lahutada teineteisest? (Vastus — —)



24. joonis.

Tõugatud kriidi ja peenikese soola segu peab varemalt valmis muretsetama. Mõlemate seguosiste võrdlev hulk olgu õpilastele enne katset teadmata.

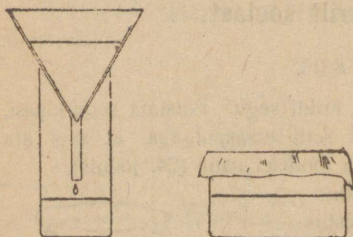
Veega lahundatud segu filtreerub võrdlemisi üpris aegamööda. Sellepärast on kõige parem, valades vedeliku kurna, jätta terve riist julgesse kohta kunni järgmise tunnini ja teha teist tööd. Kurnatav aine jookseb alla, kuna kurnapaber selleks ajaks ära kuivab.

Kriidi kaalumiseks peab teda hoolikalt kokku korjama paberilt, mis muidugi kerge, sest et ärakuivanud kriit tuleb kurna küljest kergesti lahti. Tähtis on järele vaadata, et õpilased ei kaaluks niiskekat kriiti enne, vaid annaksid talle mahti täiesti ära kuivada.

## 18. Kristallide saamine.

### Töö sisu:

Valmistada klaasis 100 kantsm. küllastatud maarjajäälahundit ja kurnata puhtasse klaastassi. Pealt kinni katta tolmueest ning jätta üheks nädalaks rahulikult seisma (25. joonis). Kui juba



25. joonis. Kristallide saamine.

tekiivad kristallid, siis välja valida neist kaks ehk kolm paremat. Ülejäänud kõik kõrvaldada. Väljavalitud lastagu seista nädal aega samas lahundis. Seda võib korrata mitu korda. Kristallisid tuleb vahetevahel pöörata. Juuredetkivad kristallid tuleb kõik kõrvaldada peale väljavalitute. Kui lahund segaseks läheb, peab ta uuesti läbi kurna lastama.

On kristallid küllalt suureks kasvanud, siis tuleb nad välja võtta ja kurnapaberiga ära kuivatada.

1. Mitu head kristalli läks teilkorda saada? (Vastus — —)

2. Katsuge kaustikusse (selleks näidatud kohale) joonistada üks kõige suurem kristall.

3. Mis on kristall? (Vastus — —)



- nr. 2 — kütine kõvadus  
 „ 3 — vase „  
 „ 4 — raua „  
 „ 5 — klaasi „  
 „ 6 — põldpao „  
 „ 7 — ränikivi „

6. Kui suur on mineraali erikaal?

Vastused küsimustele kirjutada nii:

1. näide:

2. näide:

Nimi . . . . .	Nimi . . . . .
Värv . . . . .	Värv . . . . .
Läige . . . . .	Läige . . . . .
Kõvadus . . . . .	Kõvadus . . . . .
Läbipaistvus . . . . .	Läbipaistvus . . . . .
Erikaal . . . . .	Erikaal . . . . .

jne.

Töö siht on anda õpilastele võimalust tuttavate tunnuste järele kirjeldada silmade ees olevat reaalselt asja, objekti. Niiviisi vaatavad nad tähelepanelikumalt asja, olgugi tuttavat, olgugi pealiskaudselt.

Et seda tööd kättesaadavaks teha noorematele õpilastele, on tunnuste hulk vähendatud miinimumini, kusjuures võimalikud tunnused on töökirjelduses mainitud. Mitmed tunnused, nagu murd, kristallikujund, keemiline koosseis jne., on koguni välja jäetud. Selles eas, millega meil on tegemist, pole tähtis mineraloogiliste karakteristikate päheõppimine, vaid tõuge lihtsamate faktide iseseisvale vaatlemisele.

Töö jaoks tarvilikud mineraalid antakse õpilastele selles suurus, et nad vabalt sünniksids mensuuri (erikaalu mõõtmisel). Soovitav on, et oleks mitu näidet igast mineraalist, väikestes karbikeses vastavate pealkirjadega. Karbid võib panna ühislauale teatavasse järjekorda. Töötajad võtaksid ise siit näite ja paneksid peale tarvitamist tagasi, võtaksid siis järgmise jne. Säärasel korral poleks tarvis õpetajal aega viita isikliku jagamisega.

Mineraalide hulk oleneb ajast, mida võib kulutada selleks tööks. Soovitav oleks kirjelduseks välja panna tüübilised mineraalid ja kiviliigid, nendest, mis klassis läbi võetud, et nad täielikult meelde jääksid. Võib võtta näit. järgmised mudelid:

1. Kivisool.
2. Kivisüsi.
3. Ränikivi.
4. Põldpagu.
5. Liht lubjakivi.
6. Lubipagu.
7. Punane ja pruunikas rauamuld.
8. Põlevkivi.
9. Malahiit.
10. Tinaläik, jne.

Kõvaduse määramiseks on lihtsam, odavam ja soodsam võtta mitte Moosi astmikku, vaid eelnäidatud kogu. Esimest astet pole vaja, sest kõik mineraalid, mis kirjeldamiseks võetud, on talgist kõvemad. 2. numbri jaoks tarvitavad õpilased oma küünt: niiviisi moodustavad astriku ainult vase ja raua (plaatlehed lõigatakse katki), aknaklaasi, ränikivi ning põldpao tükid. Iga kogu hoitakse kastikeses, mis välja antakse õpilastele tarvitamiseks (v. inventaar nr. 37).

Erikaalu määramine leidub juba 10. töös.

## 20. Võrrelda klaasi ja metalli soojusejuhitavust.

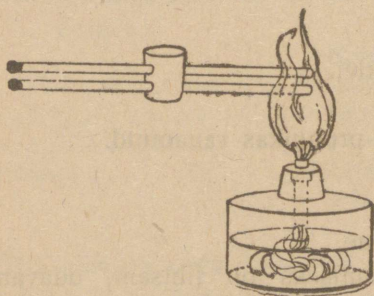
### Töö sisu:

Võtta kaks ühepikkust ja ühejämedust pulka, üks raud-, teine klaaspulk. Puurida korgi sisse kaks auku ja seada neisse pulgakesed teineteise kõrvale, nagu näha joonisel. Mõlemate pulgakeste otsa teha vahakuulikesed, nagu näha joonisel (26. joonis).

Soendada mõlemaid pulgakesi ühest otsast piirituslambil, ise korgist kinni hoides. Tulel tuleks soendada 10 minutit.

1. Kas kukkus vaha raudpulgakese küljest maha? (Vastus — —)
2. Kas kukkus vaha klaaspulgakese küljest maha? (Vastus — —)
3. Kumb juhib soojust paremini edasi: metall või klaas? (Vastus — —)

Tööks tarvilikud pulgakesed: pikkus 3 verss., jämedus 5 mm. Tähen-



dame, et kepikeste jämedus peab olema kokkukõlas koolilaboratooriumis tarvitatava korgipuuri läbimõduga (võrrelda lhk. 98). Kahenaelasest raudtraadist (5 mm.) jätkub 30-ks pulgaks.

26. joonis. Soojuse juhitavuse võrdlemine.

Kork on siin ainult hoiduriks, et mõlemaid pulki ühetasaselt soendada. Raudpulgakese küljest langeb vaha 5—7 minuti järele maha. Antud pikkuses oleva klaaspulgakese küljest ei kuku vaha üldse maha.

## 21. Võrrelda raua ja vase soojusejuhitavust.

### Töö sisu:

Võtta kaks ühepikkust ja ühejämedust raud- ja vaskpulgakest. Puurida korgi sisse kaks auku ja seada mõlemad pulgad korgi sisse, nagu eelmisel joonisel näha. Seada mõlemate pulgakeste otsa vahakuulikesed, nagu joonisel näidatud.

Hoides korgist kinni soendada pulgakeste vabu otsi piirituslambi tules.

1. Mitme minuti järele tuli vaha vaskpulgakese küljest ära? (Vastus — —)
2. Mitme minuti pärast tuli vaha raudpulgakese küljest ära? (Vastus — —)
3. Millega seletada vahet? (Vastus — —)

Pulgakeste suurus: pikkus — 3 verss., jämedus 5 mm. Valmistatakse jämedast traadist, mille läbimõõt kokku käib korgipuuride läbimõõduga (vaata 20. töö). Kahest naelast 5 mm. raud- ja 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> verss. vasktraadist võib saada 30 pulgakest kumbagi liiki. Antud pikkusega vaskpulgakeselt langeb vaha 1—2 m. jooksul ja raudpulgakeselt 5—7 minuti järele maha.

## 22. Teras ja tema omadused.

### Töö sisu:

Võtta kaks terasnõela. Ühte neist painutada kergelt näppude vahel. Kas paindub? Kas läheb sirgu, kui lahti lasta? Painutada nõela tugevamini, nii et murduks.

1. Missugused terase omadused on näha neist katsetest? (Vastus — —)

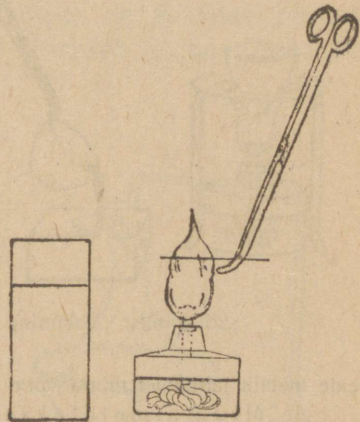
Põletada teist nõela. Selleks on tarvis ta kuumutada helepunaseks piirituslambi leegil ja ära jahtuda lasta (27. joonis). Katsuda nõela painutada ja katki murda.

2. Kuidas muutusid terase omadused peale põletamist (tagasilasku)? (Vastus — —)

Karastada kuumutatud nõela. Selleks on tarvis ta põletada helepunaseks ja siis ruttu jahutada. Uuesti katsuda nõela painutada ja katki murda.

3. Kuidas muutusid terase omadused peale karastamist? (Vastus — —)

Tööks on tarvis keskmist jämedust (nr. 5 ehk 6) teras-õmblusnõelte tagavara. Põletada võib ka küünla leegil. Pihtide asemel võib nõela torgata korgi sisse ja kuumutada, korgist kinni hoides. Tööd on kasulik



27. joonis. Nõela põlemine.

läbi viia rindelisel viisil. Peale selle võib teda õpilastele anda ka koduseks tööks.

### 23. Sulatise valmistamine; valamine.

#### Töö sisu:

Kaaluda 20 gr. inglistina ja 10 gr. seatina. Panna mõlemad ühte tiiglisse. Asetada tiigel kolmjalale ja soendada piiritus-

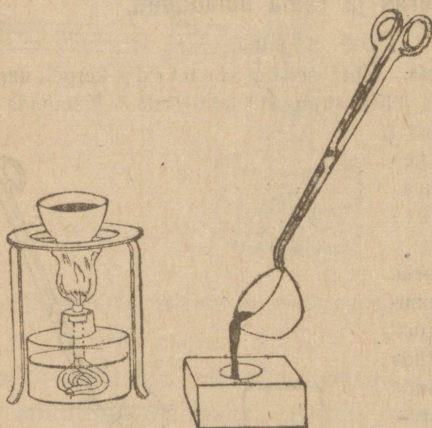
lambil. Segada klaaspulgaga.

1. Mis on näha? (Vastus — —)

2. Kumb enne sulab: kas sea- või inglistina? (Vastus — —)

3. Kas seguvad mõlemad metallid? (Vastus — —)

Niipea kui seatina ära sulanud, kustutada piirituslamp ja valada vedel metall vormi sisse, mis saadud õpetajalt.



28. joonis. Valamine.

Peale metalli jahtumist murra vorm katki ja võta välja (28. joonis).

4. Mida nimetatakse „sulatiseks“? (Vastus — —)

Tööks tarvisminevaid metalle peab andma peenikeses tükkides, et parem oleks kaaluda. Inglistina peab olema teraline. Selleks võib müüdav inglistina ära sulatada ja valada vette. Seatina antakse haavliteradena ehk tinalehest lõigatud tükkidena.

Kahe jao inglistina ja ühe jao seatina sulatis, mis töös saadakse, tarvitatakse tegelikus elus metallide kokkujootmiseks ja veetorude ühendamiseks. Selle segu sula-

mistemperatuur on madalam kui ta koosseisu osade oma, nimelt  $+185^{\circ}\text{C}$  ümber, kuna seatina sulab  $327^{\circ}\text{C}$  ja inglüstina  $232^{\circ}\text{C}$  kuumuses; peale selle on sulatis inglüstinast kõvem.

Mitmekujulised vormid valamiseks saadakse valmistena õpetajalt, kes neid tarvilikul arvul gipsist valmistab. Veel lihtsam on neid teha papist või paberist. Papist võib kokku liimida väikesed neljakandilised vormid. Ka kirjutuspaberist ei ole neid raske teha silindritena, mähkides paberi klaaspulgakese ümber ja toppides ühte otsa korgi, mis pärast torule põhjaks ja tinasegule aluseks on.

Sulatise temperatuur on nii madal, et paber peaaegu ei süsinegi. Muidugi peab järele valvama, et õpilased sulatist üleliiga ei soendaks, milleks on soovitatav piirituslamp kohe ära kustutada, kui viimased seatina tükid ära on sulanud.

## 24. Õhu muutused soendamise ja jahutamise puhul.

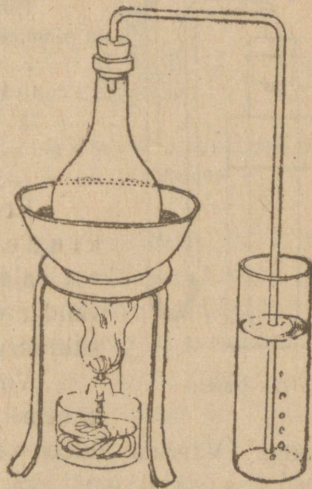
### Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näha (29. joonis). Seada katsepudel veevaagnasse ning toru ots lasta klaasi vee alla. Soendada vaagnat piirituslampil.

1. Mida näeme klaasis? (Vastus — —)

2. Kuidas seletada seda nähtust? (Vastus — —)

Kui vesi vaagnas liiga soeneb, võtta katsepudel vaagnast välja, jättes toru ots klaasi vee sisse.



29. joonis. Õhk paisub soenemisel.

3. Mida näeme katsepudeli jahtumisel? (Vastus — —)

4. Kuidas seletada seda nähtust? (Vastus — —)

Et katse korda läheks, peab riist hästi kindel olema ja mitte õhku korgist läbi laskma. Koorkorkide asemel võib tarvitada kautshukkorke.

Katsepudelit peab soendama veevaagnas, aga mitte otsekohe piirituslambil, mis küll katset lihtsustaks. Üleliiga soendatud katsepudel võib kergesti lõhkeda, kui riist jahutamisel hakkab vett klaasist üles imema.

## 25. Õhu muutumine käe soojusest.

### Töö sisu:

Seada kokku riist, nagu joonisel näha (30. joonis). Tõmmata (võib suuga) värvitud vett torusse ja katseklaasile kindlalt kork peale panna. Laseme katseklaasi külma vee klaasi.

1. Kas muutub veesamba seis torus? Kuidas? (Vastus — —)

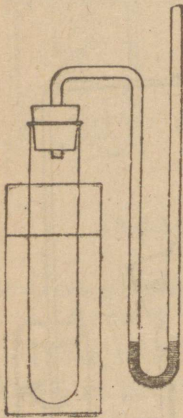
Mõne minuti pärast võtta katseklaas välja ja soendada peos hoides.

2. Kuidas muutub nüüd veesambakese seis torus? (Vastus — —)

3. Kuidas muutub õhk soendamisel ja jahutamisel? (Vastus — —)

Et katse korda läheks, peab nõu kindel olema. Kui töötajate vanus või aja vähesus ei luba koorkorke valida, võib õpilastele välja anda vastava suurusega kautshukorgid.

Värvitud vett võib valmistada juba ennem. Võib aga ilma selletagi läbi saada. Värvida tuleb vett kas taimevärviga või fluorestsiiniga, aga mitte mingil tingimusel aniliinvärvidega, mis määrivad sõrmi ja värvivad anumaid ka õige lahjades lahundites (täielikumalt veevärvimise üle lhk. 91).



30. joonis.

## 26. Ära määrata, kas õhul on raskus.

### Töö sisu:

Katseks läheb tarvis puhast kuiva katsepudelit hästi valitud tiheda kautshukkorgiga. Katsepudel ühes korgiga ära kaaluda.

1. Kirjutage üles, mitu grammi ja detsigrammi kaalus katsepudel? (Vastus — —)

Võtta kork pealt ära ja soendada lahtist katsepudelit piirituslambil (31. joonis). Keerutada katsepudelit tulel! Selle järele panna palavale katsepudelile kork peale, lasta ära jahtuda ja siis uuesti ilma avamata ära kaaluda.

2. Kui suur oli raskus nüüd? (Vastus — —)

3. Kas läks katsepudel kergemaks või raskemaks? (Vastus — —)

4. Kui palju? (Vastus — —).

5. Mispärast muutus katsepudeli raskus? (Vastus — —)

See on kõige lihtsam õhu kaaluvuse näitamise viis (ilma pumbata).

Katseks kõlbab 250—300 kantsm., s. o. harilikult tarvitav katsepudel.

Korgid peavad olema kautshukist, katsepudelite jaoks hästi valitud. Et korgid mitte segi ei läheks ega ära ei kaoks, võib neid kõva niidi või paelaga kinnitada katsepudelitele. Katse kordaminek oleb täpsast kaalumisest ja katsepudeli õigest soendamisest.

Juhatajal tuleb selle töö ajal iseäranis tähele panna mitte ainult kaalumise käiku, vaid ka seda, et õpilased õigel ajal katsepudeli kinni korgiks, ilma et jahtuda laseksid, ja et nad ei hakkaks soendama riista, kui katsepudelil kork peal. Viimast juhtumist tuleb küll harva ette, kuid on võimalik.



31. joonis. Katsepudeli soendamine.

Küllalt on, kui katsepudelit soendada kaelast kinni hoides ja tuel keerutades minutit viis. Klaasi väike soojusejuhitavus lubab seda teha ilma põletamis-hädaohuta. Kui katseks võetakse siin esitatud töödes tarvitata-  
vad 250 sm<sup>3</sup> katsepudelik, siis saavad õpilased vahe 0,2 gr., mida kerge on märgata ka harilikkudel apteegi-käsikaaludel.

Teatis: Liiter õhku toa temperatuuris kaalub 1,2 gr. Õhuraskus 250 sm<sup>3</sup> suuruses katsepudelis on 0,3 gr.

## 27. Kartulipüss.

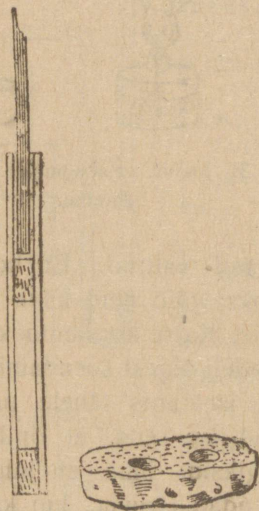
### Töö sisu:

Katseks läheb tarvis paksu klaastoru ja puust pulka, mis paar verss. torust pikem. Pulgake peab vabalt torusse minema.

Lõigake toorest kartulist või kaalikast sõrmpaksune liistakas, pange ta lauale ja litsuge tasse püsti toru ots. Lükake pulgaga kartulitükike toru keskele ja litsuge teine kartulkork toru teise, vabasse otsa. Nüüd lükake pulgaga kiire löögiga keskmist kartulkorki toru mööda edasi. Otsapealne kartul lendab väikese pauguga välja (32. joonis).

1. Seletage, millest tuleb kartulipüssi pauk? (Vastus — —)

Katseks on tarvilik  $\frac{1}{2}$  arss. pikkune ja 10—12 mm. (nr. 11 ehk nr. 12 Rittingi järele) läbimõõduga toru. Pulk toru jaoks oleks umbes pliitsi jämedune, niisugune, et ta vabalt torus liiguks, ja 10 verss. pikkune. Nii torud kui ka pulgad valmistatakse nõutaval arvul enne tööd. Kartuli asemel võib võtta toorest nairist ehk kaalikat. Klaas-



32. joonis. Kartulipüss.

toru asemel võib tarvitada ka hanesule-püssi, mis sama häid tagajärgi võimaldab saada.

Ettevaatamatul sisseseadel, iseäranis kui õpetaja küllalt hästi klassis ei valitse, võib see töö tuua mõnesuguseid klassikorra rikkumisi. Kartulkuulid võivad lennata sinna, kuhu neid pole tarvis. Iseäranis meeldivateks märklaudadeks on harilikult kaasõpilaste seljad. Õpetaja peab esiteks ennem juba igale õpilasele lubama ainult teatava arvu pauke teha ja teiseks, näitama kõigile sundusliku märklaua. Harilikult võiks selleks olla lahtine tõmbekapp või mõni kast, mis selleks külitati pandud. Sellel on veel see headus, et kartulkuulid ka sinna jäävad, ilma et neid laiali pillutaks mööda klassiruumi, kus nad purukstallatult põrandat määrivad.

## 28. Katsepudelist purtskaev.

### Töö sisu:

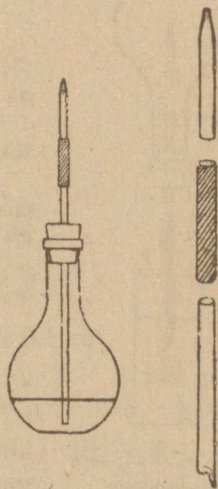
Kokku seada riist, nagu joonisel näha (33. joonis). Hoolitsege, et kork hästi passiks katsepudelile. Toru vabasse otsa tõmmake kummilõks (klaasist toruke peeneksvenitatud otsaga). Valada katsepudelis ük kolmandik vett ja panna kork tihedalt, kõvasti peale. Võtta klaasiots suhu ja puhuda tugevasti katsepudelis (tegutseada põsemuskliitega!). Suud ära võtmata ning edasi puhudes pigistada sõrmedega kummilõks kinni.

1. Kas katsepudelis on õhku? (Vastus — —)

2. Mille poolest läheb ta välisest õhust lahku? (Vastus — —)

3. Mida näeme, kui kummilõksu lahti laseme? (Vastus — —)

4. Millega seletada purskamisnähtust? (Vastus — —)



33. joonis. Purtskaev.

Katse läheb hästi, kui kork tihe ja paras on valitud. Koorkorkide asemele võib anda aukudega kautshuk-korgid. Õhu sissepuhumine katsepudelis läheb ilma raskusteta. Toruots, mis suhu tuleb võtta, peab olema sulatatud ja mitte liig terav, et mitte huuli haavata.

Nii kui katse kartulipüssiga, võib ka see töö ahvatella mitmesugustele soovimata sammudele, nagu purtskaevu juhtimisele seltsiliste peale. Seesuguste nähtuste ärahoidmiseks tuleb juba töö alul juhtida tähelepanu selle peale, et fontääni võib lahti lasta veekaasi või mõne muu suure nõu kohal, ühtlasi määrates ka joa suuna.

## 29. Purtskaev katsepudelis.

### Töö sisu:

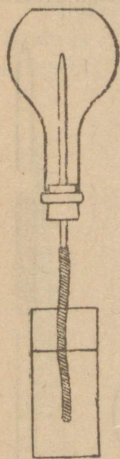
Kokku seada riist, nagu joonisel näha (34. joonis). Katsepudel tuleb kõvasti kinni panna korgiga, millest läbi käib peene otsaga toru. Toru välisele otsale on tõmmatud kummitorutükk.

Imege katsepudelist nii palju kui suudate õhku suuga välja. Ilma et riista suu juurest ära võtta, pigistage näpuga kummitoru kinni ja laske toru ots veeklaasi ning laske siis kummitoru lahti.

1. Mõs sünnib? (Vastus — —)

2. Kuidas seletada purtskaevu tekkimist? (Vastus — —)

Et katse korda läheks, peab riist kindel olema. Sellepärast on ka parem tarvitada aukudega kautshukkorke.



34. joonis. Purtskaev katsepudelis.

## 30. Imeja pump.

### Töö sisu:

Katseks on tarvis kaks torukest — jäme ja peenike (35. joonis). Peenike on jämedast kaks verssokit pikem ja mahub vabalt viimasesse.

Jäme on pumba silindriks, peenikesest teeme kanni ehk prundi. Peenikese toru otsa tõmmata lühike tükike kummitoru. Kumm ümbritseda marliribaga ja siduda niidiga kinni. Marlit peab võtma niipalju, et kann läheks tihedalt silindrisse. Niisutada marlit ja kanni vees. Kanni toru ülemisse otsa tõmmata pikk kummilõks.

Riist seada kokku, nagu joonisel näha. Lasta silinder veetassi ja tõmmata kanni üles.

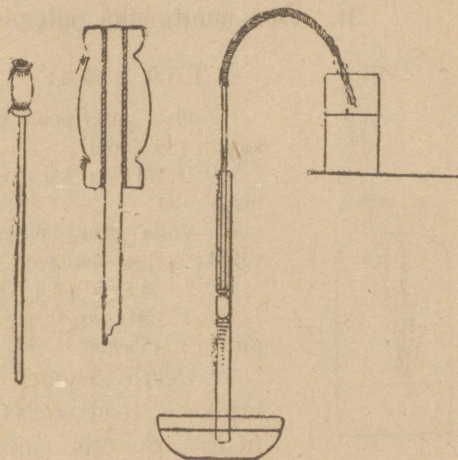
1. Kas vesi tuleb kannile järele? (Vastus — —)

Lükata kann alla, pigistada sõrmega kummilõks toru otsas kinni ja tõmmata uuesti üles.

2. Kas vesi tuleb nüüd üles? (Vastus — —)

3. Seletage: miks? (Vastus — —).

Pumbata vesi alt klaasist ülemisesse, nagu joonisel näha. Tööd on parem teha kahekesi. Klappide asemel pigistage näpudega kinni küll silindri alumist otsa, küll ülemist kummilõksu. Kunas ja kus kohas pigistada tuleb, määrake ise.



35. joonis. Imeja pump.

Töös on kirjeldatud kõige lihtsam pumba mudel: kahest klappideta torukesest. Torud, mida pumbaks vaja läheb: 1) jämedam 10—12 mm. läbimõõduga ja 10 verssoki pikkune, jällegi harilik toru kõigis töödes, ja 2) peenem: 10 verssoki pikkune ja 5 mm. läbimõõduga. Marlit antakse töötajatele  $1\frac{1}{2}$ —2 sm. laiuste ribadena. Niit olgu peenike, rulliniit, kuid võib läbi saada ka ilma niidita, sest märg marli hoidub isegi kummitoru otsas hästi.

Et kann on tehtud õigest torust, on arusaadav, et ta

vett tõmbab ainult sel juhtumisel, kui kummilõks, mis peene toru ülemisel otsal, näpuga kinni pigistatakse. Kui aga kinni litsuda alumine toru ots ja lahti lasta kummitoru, siis tõuseb vesi mööda toru üles ja jookseb kunni toru kaudu klaasi. Ühele on see töö raskevõitu, sellepärast oleks soovitatav anda teda õpilastele kahekesi teha.

### 31. Õhu muutumine põlemise puhul.

#### Töö sisu:

Pista purki põlev peerg ja hoiu, kunni ära kustub (36. joonis).

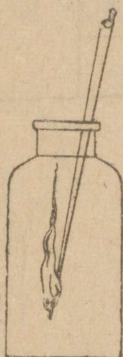
1. Miks kustub peerg ära? (Vastus — —)

Võtta peerg purgist välja, valada sinna veidike selget lubjaveet ja loksutada.

2. Mida näeme seal? (Vastus — —)

3. Missugune gaas korjus põlemise puhul? (Vastus — —)

Peeru asemel võib võtta küünla-jupikese traadi otsas, või tükikese piirituses või õlis niisutatud vatti varda otsas. Lubjavesi antakse valmistehalt või töötajad valmistavad ta ise.



36. joonis. Peerg põleb.

### 32. Küünlaleegi ehitus.

#### Töö sisu:

Stüüdata küünal põlema ja vaadelda ta leeki.

1. Mitu jagu võib tähele panna leegis? (Vastus — —)

2. Missugune jagu on kõige tumedam? (Vastus — —)

3. Missugune jagu on kõige heledam? (Vastus — —)

Pista tuletiku pea (väävel) ruttu leegi alumisse osasse ja lugeda omaette: üks, kaks, kolm jne., kunni tikk põlema pahvatab. Sedasama teha leegi keskmises ja pealmises jaos, tähele pannes, millal tikk põlema lõob. Katset korrata mitu korda.

4. Missugune leegi osa on kõige külmem?  
(Vastus — —)

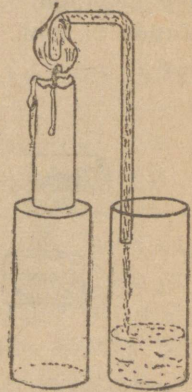
5. Missugune leegi osa on kõige kuumem?  
(Vastus — —)

Painutada toru, nagu joonisel näha (37. joonis). Lühike ots pista leegi alumisesse (tumedasse) osasse, pikk — klaasi. Toru mööda voolab steariini-aur. Kui teda palju korjub, katsu teda peeruga põlema panna.

6. Kas aur põleb? (Vastus — —)

Töö jaoks tarvilikud veerandnaelased küünlaid lõigatakse igaüks 4 tükiks; niiviisi jätkub kahest naelast küünlaist tervele klassile. Küünlajala asemel tarvitame kummulipööratud klaasi.

Gaasijuhtivat toru pole sugugi tarvis aluse külge kinnitada, — see teeks riista koosseisu keerulisemaks. Toru võib väga hästi käes hoida. Et tööd kiirendada, võib torud juba enne valmistada ja õpilastele valmistena välja anda. Toru kaliiber on harilik (5 mm Rittingi j.), sest et jämedamaid torusid oleks õpilastel raske painutada. Antakse õpilastele valmis torud, mis õpetaja ise on painutanud, siis on soovitamam võtta jämedamad torud, mille kaudu on kergem koguda ajamisprodukte.



37. joonis.

### 33. Hapniku kogumine.

#### Töö sisu:

Valmistada katseklaasist ja painutatud torukesest riist, mis joonisel näidatud (38. joonis). Võtta õpetajalt tarviline osa pulbrit hapniku korjamiseks. Puistata pulber katseklaasi ja seada riist kokku. Toru vaba ots pista veekausi ja pööra selle kohta veega täidetud katseklaas kummuli. Pulbrit piirituslambi leegil ettevaatlikult soendada.

1. Mis on näha? (Vastus — —)

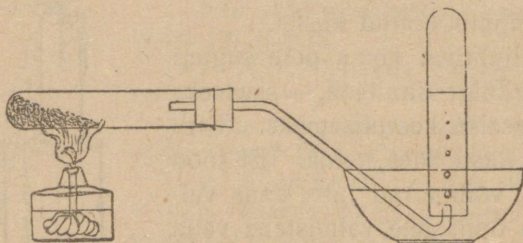
Kui vesi katseklaasist välja voolas ja klaas gaasiga täitus, siis pöörata ta püsti ja pista sinna samuti hõõguv peerg.

2. Kas peerg põleb? (Vastus — —)

Korjake veel gaasi katseklaasi ja korrake katset mitu korda. Katset on parem teha kahekesi.

3. Missugused hapniku omadused on sellest katsest näha? (Vastus — —)

Harilik segu, millest hapnikku võib saada, on kolme lusikatäie kuiva Berthollet' soola ( $\text{KClO}_3$ ) ja ühe lusikatäie mangaan-ülihapendi ( $\text{MnO}_2$ ) segu, mida segada tuleb peeruga või luust lusikaga paberi peal. Uhmris hõõruda ei tohi. Ained peavad olema keemiliselt puhtad.



38. joonis. Hapniku saamine.

Tuleb hoida, et segusse ei satu korgi, paberi jne. osakesi, mis kuumutamisel kergesti põlema võivad hakata. Selle tagajärjel võib tekkida plahvatus.

Kuumutamisel tuleb tähele panna, et kui segu vähe sätsuma ja praksuma hakkab või reaktsioon liig energiliselt läheb, siis võetagu katseklaas leegilt ära.

Enne pulbri väljaandmist õpilastele tuleb õpetajal teda ise proovida.

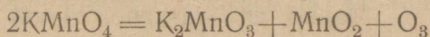
Olgugi et nimetatud segu hädaohuta ja teda laialt hapniku saamiseks tarvitatakse, on siiski ta otstarbekuse üle nooremate õpilaste tarvis kahtlema hakatud. Vaatamata kõigi ettevaatuse-abinõude ja hoiatuste peale, võib ka heaomadusline segu lõhkeda. Üks säherdune laialt

tuntud õnnetus juhtus 1919. a. Darmstadtis tütarlastekoolis, kus retort lõhkes ja ühte õpilast kurgust nii raskesti haavas, et see suri. Sellest ajast peale on hakatud selle preparaadi vastu kartust tundma.

Selle preparaadi asemele soovitatud ainetest maksab tähele panna küll mangaanhaput kaaliumi, mis juba väheldasel soendamisel lahkub, hapnikku vabastades. See preparaat on täiesti soovitav anda laste kätte. Katseks on ainult vaja võtta keemiliselt puhast mangaanhaput kaaliumi (kalium hypermanganicum purissimum pro analysi), mida igast apteegist võib saada.

Preparaat tuleb enim portselaankausikeses pulbriks hõõruda ja segada pestud ning tulel kuumutatud jõeliivaga vahekorras 2 lusikatäie mangaanhapu kaali peale üks lusikatäis liiva. Kas segu koosseisu üle seletust anda või mitte, oleneb täiesti õpetaja vaatest. Võiks tarvitada preparaati ka otsekohe kristallides, kuid siis on soola lagunemisel kuulda nõrka praginat, mis tuleb kristallide purunemisest. Ehk see pragin küll täiesti hädaohuta, tekitab ta töötajates siiski rahutust. Liiva juurde lisades takistame reaktsiooni, teeme teda rahulisemaks, kusjuures veel katseklaasi jääv pulbrisarnane jäänus vähem toljab.

Lagunemine läheb nähtavasti nii:



kusjuures katseklaasi jääb must pulber, mis sisaldab mangaan-ülihapendit.

Ühe katseklaasi peale jätkub antud katse korral küllalt poolest teelusikast. Sellest saab 2—3 katseklaasi-täit hapnikku. 60 gr. mangaanhaput kaalit võib anda kunni 46 lusikatäit hapnikku.

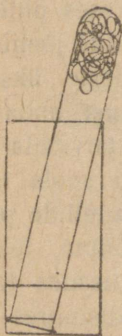
Töö lihtsustamiseks võib riista tarvitada aluseta, teda käes hoides. Tuleb järele vaadata, et õpilased peale soendamise katkestamist kohe võtaksid gaasijuhtiva toru veest välja, — vastasel korral tõmbab riist jahtumisel vett sisse.

Katsel on veel see headus, et peale seda katseklaase pole vaja ära visata. Neid on kerge kohe ära pesta. Vaja aga ainult valvata, et õpilased pestes oma käsi mangaanhapu kaaliumiga ei määriks. Tast saadud pruunidapid ei lahku nahalt nii hõlpsasti.

### 34. Katse raua roostetamisega.

#### Töö sisu:

Pigistada peos tükike pehmet raudtraati kokku. Niisutada teda vees ja pista katseklaasi. Katseklaas lasta kummuli veeklaasi (39. joonis).



39. joonis.

1. Kas vesi läks katseklaasi? Kui ei läinud, siis miks? (Vastus —)

Jäetagu riist mõneks päevaks rahulikult seisma ja vaadatagu rauda siis.

2. Mis on nüüd näha? (Vastus —)

3. Millega seletada veepinna muutust katseklaasis? (Vastus —)

Katseks on tarvis peenike rulliniidi jämedune raudtraat. Jämedam traat võiks katseklaasi sissetoppimisel purustada. Traadi peab enne lõikama tarviliku suurusega tükikesse, et iga tükk kokkulitsutult annaks paraja suurusega tombu. Traadi pind ei tohi olla roostetanud ega rasvane. Traat niisutatakse

selleks, et ta rutemini roostetaks. Vee tõusu katseklaasis võib peale roostetamist alati väga hästi märgata. Tuleb meelde tuletada töötajatele, et nad klaasi üle veerandi vett ei valaks. Muidu võib katseklaas anumas ujuma hakata ning välja kukkuda. Et katset teha täpsamaks, võib pista sinna klaasi veel teine kontroll-katseklaas ilma traadita.

### 35. Rauräbu saamine.

#### Töö sisu:

Kaaluda kaaludel 10 grammi rauapulbrit. Puistata rauapulber

tiiglisse, panna kolmjalale ja kuumutada piirituslambil (40. joonis). Pulbrit segada selle juures ettevaatlikult traaditükiga. Mitte üle ääre ajada!

1. Missugused välised muutused on näha rauapulbris kuumutamise puhul? (Vastus — —)

Hästi kuumutatud pulber lasta tiiglis jahtuda ja uuesti ära kaaluda.

2. Kui palju kaalus pulber nüüd? (Vastus — —)

3. Kuidas seletada kaalu muutust? (Vastus — —)

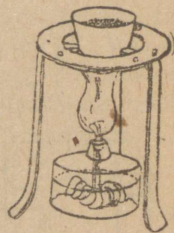
4. Kuidas nimetatakse saadud ainet? (Vastus — —)

Tööks on tarvilik pulbriline raud (mitte rauapuru), mida müügil nimetatakse Ferrum metallicum limatum purum. Kuumutamise jaoks peab olema nii suur tiigel, et pulbrit võiks segada ilma maha pillamata.

Kuumutamisel muutub rauapulber ja liitub tükkideks. Selle juures kuumeneb puru nagu tulised söed, mis iseenamisi hästi märgatav, kui massi läbi segada ja kobestada.

Et kaalus tuntavat lisa saada, tuleb pulbrit kuumutada 10—20 minutit. Õpilased leiavad harilikult 1—1½ gr. kaalus juurde tulnud olevat. Muidugi mõista ei viida siin hapendumist lõpuni.

Rooste on tumehalli, peaaegu musta värvi ja esitab oma koosseisu poolest hapendi ja alahapendi ühendust  $Fe_3O_4$ .



40. joonis.

### 36. Süsihapu gaasi saamine ja ta omadused.

#### Töö sisu:

Kokku seada ülesjoonistatud riist (41. joonis). Puistata katseklaasi mõni tükk marmorit. Selle juures vaja pöörata katseklaas küljeli, muidu lõhuvad kivikesed katseklaasi ära. Valada marmorile peale soolhapet (30%). Panna katseklaasile toruga kork peale ja juhtida toru klaasi.

1. Mis on katseklaasis näha? (Vastus — —)

2. Mida korjub klaasi? (Vastus — —)

3. Mis sünnib peeruga? (Vastus — —)

Gaasiga täidetud klaas pöörata teise puhta klaasi kohal kummuli.

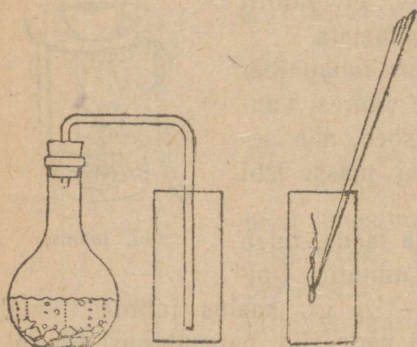
4. Vaadake järele, kas gaas läks ülemisest klaasist alumisesse või ei. Kuidas seda teada saada? (Vastus —)

Valada puhtasse klaasi lubjavett ning pista riista toru vette, nii et gaas vulisedes läbi vee läheks.

5. Kas lubivesi muutub süsihapust gaasist? Kuidas? (Vastus —)

6. Missugused süsihapu gaasi omadused on näha neist katsetest? (Vastus —)

Tööks tarvilik marmor tuleb ennemini niisugusteks tükkideks lõhkuda, et nad läheksid läbi katsepudeli kaela.



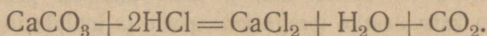
41. joonis. Süsihapu gaasi saamine.

Igasse katsepudelisise peavad töötajad ligikaudu 8—10 tükki marmorit panema. See norm tuleb õpilasele juba alguses nime-tada, — muidu täidavad mõned katsepudeli pooleni täis, kuna teised paari tükikesega lepivad, mis tarvilist hulka gaasi ei anna.

Hape tuleb tingimata lahjendatult

anda. Kõige kohasem on võtta 30% soolhappe lahund. Nii kange hape eraldab gaasi küllalt tugevasti ning on selle juures õpilaste käes täiesti hädaohuta. Soovitav oleks asetada laudadele hapet pudelikestes (üks ehk kaks pudelit laua peale), et õpilased võiksid hapet tarviduse järele juurde valada.

Reaktsioon toimub, nagu teada:



Klooriskaltsium lahundub kergesti vees ning ei takista happe mõjumist marmorile peale. Kui gaasi eraldamine lõpeb, valatagu hapet juurde.

Lubivesi antakse töö jaoks valmilt. Kui õpilas-  
sed ei ole teda valmistanud eelmistel tundidel, siis võiks  
teda suuremal hulgal valmistada sel teel, et mõni peotäis  
kustutatud lupja vette pannakse, segatakse ja siis vedelik  
seista lastakse, kunni ta selgub. Selgunud vedeliku võib  
pealt ettevaatlikult teise anumasse ära valada või sifooni  
abil voolata lasta. Alal hoida kinnises nõus.

### 37. Järele katsuda, kas õhus on süsihaput gaasi.

#### Töö sisu:

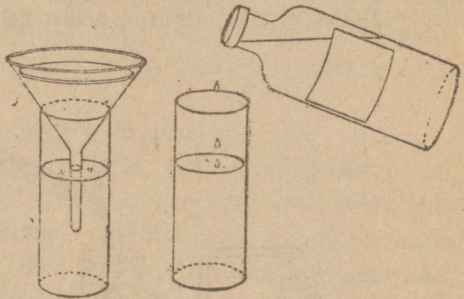
Valmistada lubivett. Selleks loputada lusikatäis kustutatud  
lupja klaasitäies vees segi. Segane vesi kurnatagu läbi kurna. Valada  
selget vedelikku klaasi ja jätta seisma kunni järgmise tööni. Klaasi mitte  
millegagi kinni katta (42. joonis). Mõne päeva pärast klaasi järele vaadata.

1. Missu-  
gune muutus on  
sündinud lubi-  
veega? (Vas-  
tus — —)

2. Kuidas  
seletada seda  
muutust? (Vas-  
tus — —)

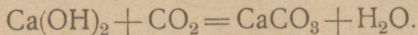
Valada seis-  
nud lubiveega klaasi  
natuke soolhapet.

3. Mis on nä-  
ha? (Vastus — —)



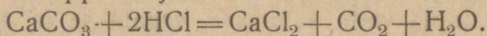
42. joonis.

Muutused lubivee välimuses on lahtises anumask mõne  
minuti järele märgata. Õhu süsihape moodustab vees  
lahundunud lubjaga lahundumata soola — süsihapu  
kaltsiumi, mis ilmub vee pinnale valkja korrana.



Alguses ujub kate vee peal, kuid vedeliku loputa-  
misel vajub ning sadestub põhja. Vedeliku lahtine pind  
eraldab uuesti katte, mis jälle omakorda põhja vajub jne.

Juurdevalatud soolhape sulatab ruttu süsihapu kaltsiumi setted, muutes nad lahunduvaks klooriskaltsiumiks, ja rõhub süsihappe välja.

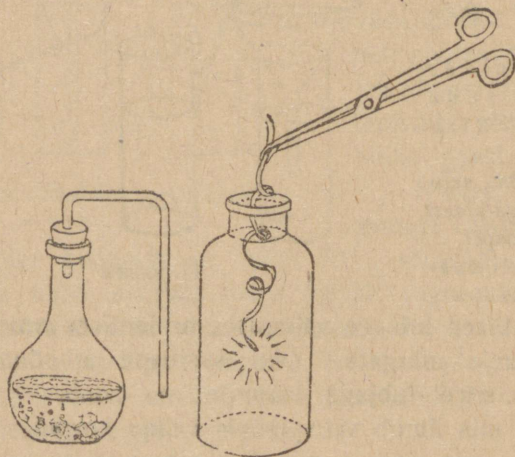


Muidugi ei või alama kursuse õpilasi viia küsimuse keemilisele alale. On küllalt sellest, kui nad oma märkustesse ära tähendavad, et lubivesi läheb lahtises anumasse segaseks, sest et õhu süsihappel on omadus lubivett sogastada, kuna saadud lubjakivi sete lahundub soolhappes sisinaga, kusjuures süsihapu gaas eraldub, vabaneb.

### 38. Süsihapu gaasi koosseis.

Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näha (43. joonis). Panna katsepudelisse mõni tükk marmorit, hoides katsepudelit küljeli. Valada



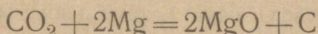
43. joonis. Süsihapu gaasi koosseis.

marmorit peale soolhappet (30%). Korkida katsepudel korgiga, millest toru läbi. Toru ots juhtida puhtasse purki.

1. Missugune gaas korjub purki? (Vastus — —)
2. Kui purk gaasitäis, kuidas seda teada saada?  
(Vastus — —)  
Jätta katsepudel kõrvale, süüdata näpitsate vahel magniumilint põlema ning pista põlev magnium purki.
3. Kas magnium põleb süsihappus gaasis?  
(Vastus — —)
4. Mis on näha? (Vastus — —)
5. Kuidas seletada söetekkimist purgis? (Vastus — —)
6. Missugune on süsihappu gaasi koosseis?  
(Vastus — —)

See tähtis katse, mis on selleks tarvilik, et aru saada järgnevaist üksikuist loodusteaduse kursuse osadest, näit. sellest osast botaanikas, kus kõne alla tuleb taimede õhuassimilatsioon.

Põlema süüdatud magnium põleb süsihappus gaasis edasi oma iseloomuliku praginaga, võttes süsihapult gaasilt hapniku, kusjuures süsinik eraldub mustade söekübemete näol.



Valge kirme, mis selle järele, kui magnium ära põles, purgi seinu katab, pole muud kui magniumihapend ehk magneesia (MgO). Mustad söekübemed on hästi näha valge kirme seas, isegi siis, kui ei kõrvaldata magneesiat, näit. soolhappes lahundades.

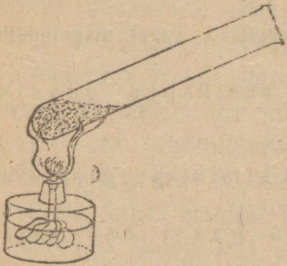
### 39. Katse kuiva saepuruga.

#### Töö sisu:

Puistata katseklaasi veerand osa kuiva puupuru. Kuumutada kergelt katseklaasi piirituslambil, ilma et saepuru mustaks läheks (44. joonis).

1. Mida on näha katseklaasi seinte peal?  
(Vastus — —)  
Teha sama katse kuiva liiva ja kuivade paberitükikestega.
2. Kas neis ainetes on vett? (Vastus — —)
3. Kuidas seda vett nimetatakse? (Vastus — —)

Hügrooskoobiline vesi on see vesi, mis ainetesse imunud ja mis asub ka neis asjades, mida me loeme



44.joonis. Puupuru kuumutamine.

harilikult kuivadeks. Peale saepuru, liiva ja paberi võib selleks katseks suure eduga tarvitada sama hästi keedusoola, jahu, vatti, takku, riidetükke, telliskivi-tükke jne. Tähtis on, et õpilased antud aineid liiga ei kuumutaks, sest vastasel juhtumisel hakkavad orgaanilised ollused süsinema ning tekib kuiv destillatsioon.

#### 40. Vedeliku mahu muutus soendamisel ja jahutamisel.

##### Töö sisu:

Riist kokku seada, nagu joonisel näha (45. joonis). Valada katseklaas kurni ääreni vett täis ning kindlalt kinni korkida, et osa vedelikust tõuseks torukesesse ja katseklaasi ei jääks õhumullikesi. Siduda torukese ümber jämedast niidist ehk nõõrist tehtud võruke. Nihutada võru torus veepinnani. Lasta katseklaas külma vee klaasi, kuhu, kui võimalik, lund juurde on lisatud.

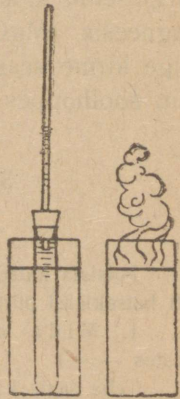
1. Kas muutub veepind torukeses? Kuidas? (Vastus — —)

Lasta katseklaas kuumale veele.

2. Kas muutub nüüd vedeliku pind torukeses? Kuidas? (Vastus — —)

3. Üles märkida muutused vee soendamisel ja jahutamisel? (Vastus — —)

Katse kordaminek oleneb hea, pasliku korgi valimisest. Kas kork



45. joonis.

on kindel, on kerge sellest näha, et õhu läbilaskmisel vajub veesammas torukeses vahet pidamata allapoole. Võib kasutada katseklaaside ja torukeste suuruse järele valitud kautshuk-korke.

Niitvõruke tehakse harilikust valgest heegelniidist ja ei seota mitte liiga kõvasti toru ümber, et teda toru mööda kergem oleks üles-alla nihutada.

Katseklaasi valatud vesi olgu värvitud (vee värvimise üle vaata lehek. 91). Katseks tarviliku palava vee valmistavad töötajad, soendades kohe sealsamas katsepudelis, või ta jälle valmistatakse ennemini ja muretsetakse klassi mingi nõuga, kust mõnus oleks valada, näit. suure teekannuga jne.

#### 41. Määrata kindlaks lume sulamis-temperatuur.

##### Töö sisu:

Võtke õpetajalt termomeeter.

1. Missugust temperatuuri näitab ta õhus? (Vastus — —)

Seadke kokku riist, nagu joonisel näha. Lehter on tarvis täita lumega või jääga. Lumme pista termomeeter (46. joonis).

2. Mis sünnib elavhõbedaga? (Vastus — —)

3. Kui elavhõbe paigale jääb, siis kirjutage, missugust temperatuuri näitab termomeeter sulavas lumes. (Vastus — —)

Katseks on vaja lund või katki-tõugatud jääd. Lumme pistetult seisab termomeeter ilma jalata, mis katse korraldamist lihtsustab. Lund peab klassi tooma mõne kausiga, kust õpilased seda ise võivad võtta. Kui klassis on mitu veekraani-kaussi, siis võib nen-



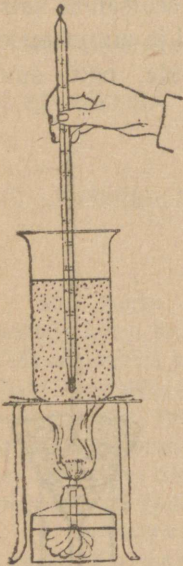
46. joonis. Lume-sulamise t<sup>o</sup>.

dest ühte lume hoidmiseks kasutada; enne tuleb aga kraan kinni siduda, et teda ei tarvitataks.

## 42. Soendada vett kunni keemiseni.

### Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näha (47. joonis). Täita õhuke keemiline klaas külma veega, puistata näputäis saepuru sinna sisse. Seada klaas kolmjalale vaskvõrgu peale. Pista termomeeter vette. Panna piirituslamp põlema. Vaadelda.



47. joonis. Keemise t<sup>o</sup>.

ette, et võiks jälgida voolude liikumist soendatud vedelikus. Parem oleks, kui saepuru ei ujuks mitte pinnal, vaid vajuks osalt põhja. Selleks on kasulik katse eel saepuru keeta vees ja õpilastele märjalt kätte anda.

Küsimustes on märgitud tähtsamad ja silmapaistvamad nähtused.

1. Missuguses temperatuuris hakkas saepuru liikuma? (Vastus — —)

2. Missuguses temperatuuris ilmusid väikesed õhumullikesed klaasi põhja ja külgede peale? (Vastus — —)

3. Missuguses temperatuuril ilmusid klaasi põhja suured aurumullikesed? (Vastus — —)

4. Missuguses temperatuuril tuli veest auru? (Vastus — —)

5. Missuguses temperatuuril hakkas vesi vulinal keema? (Vastus — —)

6. Kas tõuseb temperatuur edaspidisel vee soendamisel? (Vastus — —)

1) Puru liikumine algab kohe soendamise algusel, ühtelugu suurenedes. Vee keemahakul muutub nende liikumine tantsuks.

2) Väikesed õhumullikesed ilmuvad  $20^{\circ}$ — $30^{\circ}$  C soojuses;

3) suured õhumullikesed ilmuvad  $40^{\circ}$ — $50^{\circ}$  C soojuses;

4) auru erineb pinnalt  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$  C soojuses;

5) täielik keemine sünnib  $100^{\circ}$ — $101^{\circ}$  C soojuses.

Nagu teada, annab  $100^{\circ}$  C temperatuuri keeva vee auru 760 mm rõhumise all. Keeva vee enese temperatuur on samastes tingimustes kõrgem. Pealegi on õhurõhumine väga mitmekesine. See ongi põhjuseks, miks kraadiklaas keevas vees alati mitte  $100^{\circ}$  C ei näita, vaid enam või vähem. Õpilastel tuleb märkida muidugi tõesti tähelepanevad vaadeldav temperatuur, aga mitte see, mis neil teada. Et katse oleks täpsam, ei tohi termomeeter puutuda klaasi põhja ega külgi. Selleks tuleb kraadiklaas kinnitada jalale ehk hoida käes.

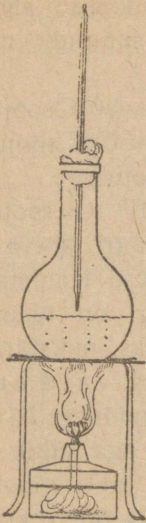
Muidugi mõista on selle töö andmed ainult ligikaudsed. Tema otstarve seisab selles, et õpetada õpilasi teravalt vaatlema ja märkama uut nähtuses, mis neile varemini tuntud igapäevases elus, ning viia kokkukõllasse oma vaatlused alatasa teisenevate termomeetri näitamistega.

### 43. Määrata kindlaks vee keemistemperatuur.

#### Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näidatud (48. joonis). Valada katsepudelis pooleni vett ja seada kolmjalale, mis pealt, katsepudeli põhja alt, vaskvõrguga kaetud. Pista termomeeter katsepudelis, teda vatitükiga kaela kinnitades. Termomeetri kuulike ei tohi vette ulatuda. Soendada vett katsepudelis kunni keemiseni. Vaadelda elavhõbeda liikumist. Tähele panna, kunas ta seisma jääb.

1. Missugust temperatuuri näitab termomeeter vee täieliku keemise ajal? (Vastus — —)



48. joonis. Keemise  $t^{\circ}$  määramine.

ja seada kolmjala peale, vaskvõrgule. Panna klaasi katseklaas denatureeritud piiritusega (valada veerand katseklaasi). Katseklaasi panna termomeeter, nii et ta kuulike ulatuks piiritusesse. Panna piirituslamp põlema ja järk-järgult soendada vett, kunni piiritus keema hakkab.

1. Märkida piirituse keemistemperatuur! (Vastus — —)

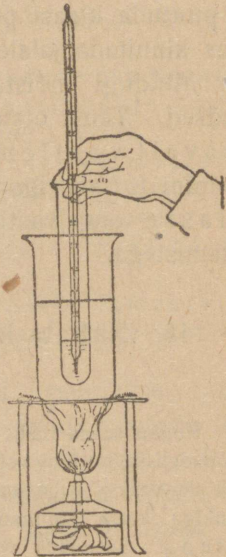
Kirjeldatud katse konstruktsioon on täiesti hädahohtu; sest piirituse põlemaplahvatust ei või tulla, kuigi ehk katseklaas lõhkeb. Tööd võib teha ilma jalata, katseklaasi käes hoides.

Vee keemispunktiks võetakse tema aurude temperatuur 760 mm rõhumise all. Sellepärast peab kraadiklaasi kuulikese kinnitama umbes 18 mm võrra veepinnast kõrgemale. Termomeetri näitamine ei võrdu alati täpipealt  $100^{\circ}C$ , sest et atmosfääri rõhumine võib olla isesugune, ning ka termomeeter pole alati täpipealne.

#### 44. Määrata kindlaks piirituse (denaturaadi) keemistemperatuur.

Töö sisu:

Kokku seada riistnagu joonisel näha (49. joonis). Õhuke keemiline klaas valada vett pooleni täis



49. joonis. Piirituse keemise  $t^{\circ}$ .

Et piiritus kergesti üliisoeneb ning keeb tõugete kaupa, on kasulik katseklaasi lasta näputäis kuiva liiva, millest keemine läheb vaiksemaks. Töö tuleb katkestada, niipea kui piiritus keema hakkab.

Müüdav põletuspiiritus, mitmesuguste lisandustega denatureeritud, keeb  $78^{\circ}\text{C}$  ümber ehk veidi kõrgemas temperatuuris, olenedes denatureerimisviisidest. Puhta viinapiirituse keemistemperatuur on  $78^{\circ}\text{C}$ , puupiirituse —  $66^{\circ}\text{C}$ .

#### 45. Soendada vett auruga.

##### Töö sisu:

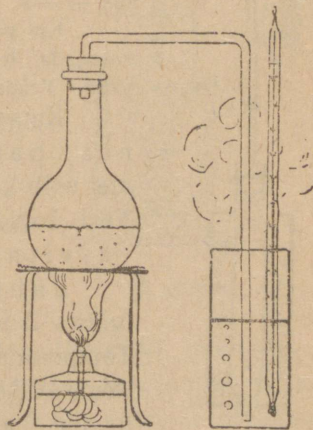
Kokku seada riist, nagu joonisel näha (50. joonis). Valada katsepudelisse pooleni vett. Seada katsepudel kolmjalale vaskvõrgu peale. Süüdata piirituslamp põlema ja soendada vett katsepudelis keemiseni. Kui vesi keema hakkab, siis juhtida aur katsepudelist mööda kõverat toru külma vee klaasi, kuhu termomeeter tuleb seada.

1. Kas muutub klaasis oleva vee temperatuur?  
(Vastus — —)

2. Kas vesi väheneb või rohkeneb klaasis?  
(Vastus — —)

3. Kuidas seda nähtust seletada? (Vastus — —)

Katse näitab, et aur vedelikuks minnes eraldab sooja, mis oli tarvis selleks, et vett auruks muuta. Aur ilmub otsekui soojuse edasikandjana. Jahtudes vabastab ta soojust, mis ta oli nagu peidus. Gramm veeauru annab veeks muutudes 537 väikest kalooriat. See soojuse hulk suudaks soendada keemiseni peaaegu viis korda rohkem vett. Teiste sõna-



50. joonis. Vee soendamine auruga.

dega, kui ei oleks soojust kaotust (anuma soenemine, soojust kiirgamine jne.), siis oleks  $18\frac{1}{2}$  gr. veeaurust küllalt, et sada kantsm. vett soendada  $0^{\circ}$  kuni  $100^{\circ}$  C.

Vesi soeneb klaasis kaunis ruttu ja hakkab viimaks keema. Soendamist järele jättes peab aurutoru veest kohe ära võtma. Vastasel korral tõmbab riist kõik vee klaasist enesesse üles.

#### 46. Külmetada vett katseklaasis.

##### Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näha (51. joonis). Katseklaas valada vett ääreni täis ja panna korgiga, millest toruke läbi, kinni. Osa vett peab tõusma torukesesse. Katseklaasi ei tohi jääda õhumullikesi. Seada torukese ümber niitvõruke ning alla nihutada veepinnani torus. Pista katseklaas purki, mis täidetud jahutava seguga, s. o. märja lumega ehk jäätükikestega, soolaga segatult. Vaadelda.

1. Kas muutub veepinna seis torukeses? (Vastus — —)

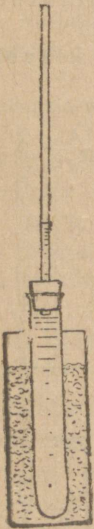
2. Kas vedelik tõuseb või vajub? (Vastus — —)

3. Seletada seda nähtust? (Vastus — —)

Kui vesi ära külmab, teha katseklaas lahti, soendada teda käes ning raputada jääpulk sealt välja. Vaadelda teda.

Katse kordaminekuks on siin tarvilik hea, paslik kork. Koorkorkide asemel võib ka siin tarvitada kautshuk-korke. Vesi katseklaasi täitmiseks võib olla ka värvitud (v. lhk. 91).

Jahutavaks seguks võetagu umbes 2 jagu lund ja 1 jagu keedusoola. Temperatuur langeb seal kuni —  $20^{\circ}$  C. Peale katseklaasi jahendavasse segusse panemist langeb esmalt veesammas vee kokkusurumise tagajärjel jahendamisel,



51. joonis.

aga kui temperatuur alla  $+4^{\circ}\text{C}$  langeb, hakkab vesi ruttu paisuma (92 mahtu vett annab 100 mahtu jääd).

Väljaraputatud jääpulk näitab murde kohal korrapäralist kontsentrilist ehitust.

#### 47. Määrata kindlaks meevaha sulamistemperatuur.

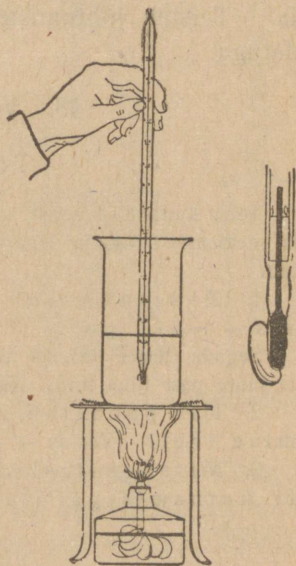
##### Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näha (52. joonis). Valada õhukesesse keemilisesse klaasi poolest saadik vett ja asetada kolmjalale, alla vaskvõrku pannes. Kinnitada termomeetri kuulikese peale hernesuurune tükike vaha. Pista termomeeter käes hoides vette. Piirituslamp põlema panna ning soendada vett. Jälgida temperatuuri. Kui vaha veidike sulama hakkab, läheb ta termomeetri küljest lahti ning ujub vee peale.

1. Märkige üles vaha sulamise temperatuur? (Vastus — —)

2. Kui suur on teiste teile tuntud kehade sulamistemperatuur? (Vastus — —)

Esitage selle katse lihtsama variandi, mille juures võib ilma jalata läbi saada. Vahatükikesele on kõige parem anda pätsikese kuju. Et vaha kindlasti kinni jääks, peab esiti termomeetrikuulikese kuivaks pühkima. Peab töötajaid hoiatama, et nad ei litsuks termomeetrit tugevasti vahasse ning ei seaks vaha termomeetri otsa rõnga või mütsi viisi. Termomeetrit peab nii hoidma, et ta ei puutuks klaasi põhjaga



52. joonis.

seinte külge. Kasulik oleks teda kergelt liigutada, segades vett.

Meevaha sulamistemperatuur on mitmesugustele isesortidele ka mitmesugune ( $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$  C).

Analoogilist katset võib teha steariiniga (sulab  $50^{\circ}$  C ümber), paraffiiniga (sulab  $40^{\circ}$ — $55^{\circ}$  C), loomarasvaga (sulab  $37^{\circ}$  C ümber) jne. Nimetatud aineid ei saa kleepida vaha kombel termomeetri külge, vaid siin tuleb teisiti teha. Tuleb sulatada natuke, näit., steariini aurutamiskausis ning lasta õpilasi oma termomeetrite kuulikesed kasta vedelikku, lastes pärast seda õhu käes jahutada. Teistel juhtumistel teha analoogiliselt ülemalkirjeldatuga.

#### 48. Vee kurnamine.

##### Töö sisu:

Teha kurnamispaperist kurn. Asetada lehtrisse. Segada tükk kriiti yeeklaasis. Valada sogane vesi lehtrisse, mille alla puhas klaas seatud.

1. Kas puhastub vesi kriidist kurnamisel? (Vastus — —)

Segada teises klaasis puhtas vees lusikatäis soola või lisada sinna juure paar tilka tinti. Kurnata.

2. Kas puhastub vesi soolast (või tindist) kurnamise teel? (Vastus — —)

2. Missugustest lisanditest võib puhastada vett kurnamisega ning missugustest mitte? (Vastus — —)

#### 49. Vee destilleerimine.

##### Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näha (53. joonis). Täita katsepudel pooleni värvitud veega. Värv võtta õpetajalt. Asetada katsepudel kolmjalale, millele ennem vaskvõrk alla pandud. Katsepudelist kõver toru juhtida kuiva puhtasse katseklaasi, mis omakorda on

asetatud külma vee klaasi, kuhu jääd või lund lisatud. Hakatada piirituslamp põlema ja ajada vesi katsepudelis keema.

1. Mis on näha katseklaasis? (Vastus — —)

Kui korjub pool katseklaasi vett, jätta destilleerimine järele.

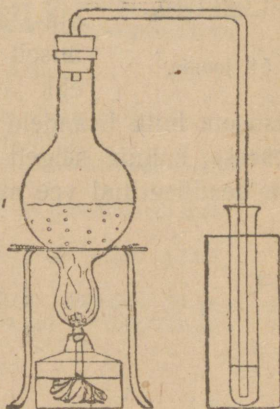
2. Mille poolest erineb katsepudeli vesi katseklaasis olevast? (Vastus — —)

3. Kuidas nimetatakse seesugust vett? (Vastus — —)

Vett katsepudelis värvitakse mingisuguse mürgita värvilise soolaga, nagu mangaanhapu kaaliumiga, kroom-maarjajäaga, kaheliskroomhapu kaaliumiga.

Võib tarvitada ka mõnda taimevärvi, nagu sandli, kampeshi värvi, peedi või punase kapsa mahla. Milgi tingimusel ei tohi seks otstarbeks tarvitada aniilinvärve, mis tihti ka õige nõrkade lahunditena värvivad anumate seinu, nii et neid raske on puhastada.

Värvivad ained antakse töötajatele kuivalt või lahundina, tarvidust mööda. Peedi- või kapsamahla pole tarvis ennem valmistada. Kõige lihtsam on töötajatele anda peedi- või kapsaliistakad, millega nad, tükikesi katsepudelisse heites, vett võivad värvida, niipea kui ta keemiseks soeneb.



53. joonis. Vee destilleerimine.

## 50. Lisandid joogivees.

### Töö sisu:

Kokku seada riist, nagu joonisel näha (54. joonis). Valada portselankaussi veidike harilikku puhast joogivett. Panna piirituslamp põlema ja aurutada vesi kausis ära.

1. Kas on kausi põhja midagi jäänud? (Vastus — —)



54. joonis.

Kui kauss on jahtunud, pesta ta puhtaks ja korrata oma katset destilleeritud veega.

2. Kas on ka nüüd kausi põhjas midagi näha? (Vastus — —)

3. Millalt tuleb lahkumine? (Vastus — —)

Looduses ei ole täiesti puhast vett.

Isegi vihmavesi sisaldab eneses mõnesuguse hulga soolasid. Palju rohkem lahunduvaid lisandeid on jõe-, oja-, allika-, kaevu- jne. vees. Keskmiselt tuleb neid lisandeid 0,01—0,08% ehk 1—3 gr. pange vee peale. See

tähtsuseta hulk lisandeid jätab aga aurutamise järele kaussikesesse kaunis selgelt märgatavad jäljed, mida ei ole näha destilleeritud vee aurutamisel.

## Koolilaboratooriumi inventaar.

Allpool järgneb töödes tarvis minevate nõude ja riistade nimestik. On nimetatud üksikute asjade hulk 30 töötaja tarvis<sup>1)</sup>.

### I.

#### Nõud ja riistad.

N.N.		Asjade arv.
1.	Klaasid 120 kantsentim. . . . .	100
2.	Kolbid lameda põhjaga 250 kantsentim. . . . .	40
3.	Keemilised klaasid 250 kantsentim. . . . .	40
4.	Lehtrid valgest klaasist 60 <sup>o</sup> nurga all; diam. 10 sentim. . . . .	30
5.	Katseklaasid, diam. 2 sentim., pikkus 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —15 sentim.; tulusam on tellida katseklaasid paksemast klaasist, tagasipööramata äärtega . . . . .	200
6.	Mensuurid jaot. kantsentim. 100 sentim. peale . . . . .	12
7.	Klaas-piirituslambid, maht 60 gr . . . . .	30
8.	Portselaan-aurutamiskausid ilma randita, diam. 10 sentim. . . . .	30
9.	Portselaan-sulatamistiigid kaanega, maht 20 gr . . . . .	30
10.	Purgid valgest klaasist laia kaelaga, maht 1 liiter kuivade ainete alalhoidmiseks ja 38. töö tarvis . . . . .	40
11.	Reaktiivide klaasid korkidega, maht 400 gr (lahundatud soolhappe hoidmiseks). . . . .	6
12.	Celsiuse keemilised termomeetrid jaot. —15 <sup>o</sup> kuni +120 <sup>o</sup> , 2 tükki 1 töölauale . . . . .	12
13.	Käsikaalud vask-õlguuga ja sarvkaussidega, tõstejõud 20 gr. . . . .	6
14.	Vask-kaaluvihid, grammised, puust kastis 0,01 gr kuni 100 gr. . . . .	6
15.	Vask-kolmjäljad 10 sentim. kõrged . . . . .	30
16.	Raudtangid tiiglite jaoks . . . . .	12
17.	Pressid korkide rõhumiseks. . . . .	2
18.	Teraskäärid . . . . .	12
19.	Noad, sirged, väikesed . . . . .	12
20.	Viilid torude lõikamiseks . . . . .	6
21.	Korgipuudid 5 mm diam. torude tarvis . . . . .	12
22.	Vaskvõrk . . . . .	—
23.	Klaastorud, diam. 5 mm. . . . .	20
24.	Kummitorud punased, sama diam. . . . .	200 gr
25.	Korgid katseklaaside ja kolbide diam. järele . . . . .	500
26.	Kautshuk-korgid katseklaaside ja kolbide diam. järele . . . . .	400 gr
27.	Kurnamispaper . . . . .	10 pcogn.
28.	Puustjoonelauad jaot. sentim. ja millim., pikk. 15—20 sentim. . . . .	30

### II.

#### Täiendavad asjad

(valmistatakse juhataja käsul).

29.	Vask- ehk raudvardad 5 kuni 10 sent. pikad, 10-suguses suuruses (näit. järgm. suurused sentim.: 5; 6,1; 7,6; 8,2; 9,7; 10,3; 11,8; 12,4; 13,9; 14,5), 6 tükki igast suurusest (v. 4. töö)	6×10
-----	---	------

1) Asjade hulk on natuke suurendatud, lõhkumisvõimalusi silmas pidades.

№№	Asjade arv.
30. Täisnurksed papitükid, 10-suguses suuruses (näit. järg suurused sentim. $2 \times 2$ ; $2 \times 3$ ; $3 \times 3$ ; $3 \times 4$ ; $4 \times 8$ ; $5 \times 5$ ; $5 \times 8$ ; $5 \times 9$ ; $6 \times 7$ ; $10 \times 10$ ), 6 tükki igast suurusest . . . . .	6 $\times$ 10
31. Täisnurksed puupulgakesed mõõtmiseks, 5-suguses suuruses (näit. järgm. suurused sentim.: $2 \times 3 \times 4$ ; $4 \times 5 \times 6$ ; $2 \times 4 \times 6$ ; $3 \times 5 \times 7$ ; $5 \times 5 \times 5$ ), 6 tükki igast suurusest (v. 7. töö) . . . . .	6 $\times$ 5
32. Marmori-, graniidkillud, teatud suuruses, kõlbulised mensuuri panemiseks (v. inv. nr. 6. ja 8. töö) . . . . .	30
33. Vase, raua, seatina, inglistina jne. tükid erikaalu määramiseks . . . . .	30
34. Vaskpulgakesed, 3 verss. pikad, diam. 5 mm. (21. töö jaoks) . . . . .	30
35. Samasugused raudpulgakesed (20. ja 21. töö tarvis) . . . . .	30
36. Kõvaduse astrik, koosseisev punasest vasklehekesest ( $10 \times 6$ sentim.), raua, klaasi, põldpao ja muudest tükikestest (19. töö tarvis) . . . . .	6
37. 10 mineraali kirjeldamiseks (19. töö tarvis), 10—15 eksempl. igatühest, karpides; tükkide suurus niisugune, et oleks võimalik mahutada mensuuri (v. inv. 6) . . . . .	10 $\times$ 15

## III.

## Materjalid.

Osa tööks tarvisminevat materjali valmistab juhataja ise.

38. Liiv kuiv, enne pestud, sõelutud . . . . .	4 kg
39. Savi kuiv, pulbriks taotud, sõelutud . . . . .	1 "
40. Muld juurvilja-aiast, kuiv, sõelutud . . . . .	1 "
41. Kivisüsi, pulbriks taotud . . . . .	4 "
42. Kõõgisool . . . . .	2 "
43. Kriidipulber . . . . .	2 "
44. Saepuru . . . . .	— "
45. Kustutamata lubi — <i>Calcaria caustica pura e marmore</i> . . . . .	2 "
46. Kaalium-maarjajää — <i>Alumen kalicum purissimum</i> . . . . .	2 "
47. Rauapuru — <i>Ferrum limatum purissimum</i> . . . . .	2 "
48. Valge marmor . . . . .	2 "
49. Tina (haavlid) . . . . .	2 "
50. Inglistina pulgad . . . . .	2 "
51. Vasevitriol — <i>Cuprum sulfuricum purissimum</i> . . . . .	2 "
52. Soolhape — <i>Acidum hydrochloricum purum</i> . . . . .	2 "
53. Magniumilindid — <i>Magnesium metallicum</i> . . . . .	25 gr
54. Mangaanhapu kaalium — <i>Kalium hypermanganicum purissimum pro analysi</i> . . . . .	200 "
55. Fluorestsiin — <i>Fluorescinum purum</i> . . . . .	10 "
56. Gipsipulber . . . . .	2 kg
57. Vaha, kollane . . . . .	200 gr
58. Hügrokoobiline puuvill . . . . .	200 "
59. Marlisidemed, 2—3 sentim. laiad . . . . .	5 tükki
60. Sündeetikon ehk muu liim . . . . .	6klaasi
61. Steariinküünlad . . . . .	1,2 kg

## Saatesõna.

Eesti kool sihib töökooli poole, olgugi praegu veel märgata vähe edu. Raskusi ja takistusi teeb idee uudus ja värskus ning õpetajate ettevalmistamatus. Tarviliseks asja edustajaks oleksid sellekohased käsi- ja õpperaamatud. See asjaolu sundis ka mind, kui loodusloo ja selle meetodi õpetajat, otsima parajat raamatut tõlkimiseks — abi-raamatuks õpetajatele. Jäin peatama Raikovi „Методика практических занятий по природовѣдѣнію“ peale. Raikov oli vene pedagoogilises ilmas tuntud kui tubli meetodik ja erk töökooli mõtte elustaja, ning see julgustas mind ta ülevalnimetatud raamatu tõlkimisele.

Meie kooliolud erinevad suurelt vene omadest. Selle tõttu oleks pidanud Raikovi raamatus vahest mõndagi teisiti korraldama, eriti just erilises osas, tööde hulka suurendama bioloogiliste töödega jne. Kuid oluline pole see puudus mitte, sest raamat on määratud ainult virgutajaks, üldiste juhtnööride ülesseadmiseks. Ja seda suudab ta väga hästi teha oma ülevaatlikkusega. Peenused ja üksikasjalised korraldused on siis kerged teha õpetajal omal.

Keelelise külje eest on osa vastutust võtnud oma peale Ülikooli lektor Joh. V. V e s k i, mille eest talle tänu ütlen.

Tartus,

J. R.

16. IX. 21.

10. joonis lhk. 85 on trükkimisel ümber pööratud, mida vabandada palutakse.

Lhk. 15 rida	15 ülalt	suus	parandada suur.
„ 20 „	16 „	pilased	„ õpilased.
„ 22 „	8 „	lubjavesi	„ lubivesi.

# S i s u :

	Lhk.
Väljavõtte venekelsest eessõnast . . . . .	4
I. Üldine osa . . . . .	5
Praktiliste tööde tähtsus . . . . .	5
Praktiliste tööde metoodiline korraldamine . . . . .	13
Uurivad ja korraldavad tööd . . . . .	14
Uurivate tööde iseärasus . . . . .	15
Kordavate tööde iseärasus . . . . .	17
Ühendatud (koaktsioon) ja eraldi töötamise viisid . . . . .	19
Missugust tüüpi töid tuleb eelistada algajal õpetajal . . . . .	25
Tööde käsitlemise meetodid . . . . .	26
Rindeline meetod . . . . .	30
Isendiline meetod . . . . .	35
Isendilise meetodi teisendid . . . . .	39
Segametood . . . . .	43
Kaastöötamine . . . . .	46
Töötajate arv . . . . .	50
Koolilaboratooriumi sisemine korraldus . . . . .	52
Nõuded töötajatele . . . . .	56
Õnnetused . . . . .	62
Praktilised tööd ja praeguse aja kool . . . . .	64
Praeguse aja kooli tüüp . . . . .	64
Praktiliste tööde organiseerimise formaalsed tingimused . . . . .	67
Praktiliste tööde korraldamise ainelised tingimused . . . . .	72
Praktiliste tööde tehniline korraldamine . . . . .	74
Praktiliste tööde klass . . . . .	75
Mööbel . . . . .	78
Anumad ja riistad . . . . .	86
Materjal ja reaktiivid . . . . .	89
Tulekaitse-abinõud . . . . .	91
Laboratooriumi apteek . . . . .	91
II. Eriline osa . . . . .	93
Loodusteadusliste praktiliste tööde kirjeldus . . . . .	91—147
Koolilaboratooriumi inventaar . . . . .	149
Saatesõna . . . . .	151
Sisu . . . . .	152



