



TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

Anorgaanilise keemia kateeder

LABORATOORSE TÖÖ OSKUSTE JA
VILUMUSTE KUJUNDAMISE NING
KONTROLLI TÄIUSTAMISE VÕI-
MALUSI

Diplomitöö

Teostaja: R. SAAREMÄEL, keemia-
-füüsika pedagoogilise haru
V kursuse üliõpilane

Juhendaja: A. TÖLDSEPP,
anorgaanilise keemia kateedri
dotsent

*Luupildamisega
juhendaja
R. Saaremäel.
1. juunil 1974. a.*

Tartu 1974

SISUKORD

	Lk.
I. SISSEJUHATUS	4
II. RÜHMATÖÖ JA SELLE ASEND TEISTE ÕPPEVORMIDE HULGAS	6
1. Õppetöö vormide klassifikatsioonist ja nende omavahelisest seosest	6
2. Rühmatöö üldiseloomustus	9
III. LABORATOORSETE JA PRAKTILISTE TÖÖDE ORGANISEE- RIMINE KEEMIA KURSUSES RÜHMATÖÖ PÕHIMÕTTEL ..	19
1. Keemilise eksperimendi liigid	19
2. Laboratoorsete ja praktiliste tööde osa keemia õpetamisel	22
3. Rühmatöö rakendamise võimalusi laboratoor- setel ja praktilistel töödel keemias	27
4. Tööjaotusega juhendite kasutamine labora- toorsetel töödel 7. klassis	32
5. Tööohutuse tagamise üldnõuded	45
6. Ohutustehnika laboratoorsete tööde läbivi- misel	48
IV. LABORATOORSE JA PRAKTILISE TÖÖ OSKUSTE JA VILU- MUSTE KONTROLLI VÕIMALUSI	52
1. Teadmiste kontrollimise üldised põhimõtted	52
2. Õpilaste teadmiste, oskuste ja vilumuste kontrollimine laboratoorsetel ja praktilis- tel töödel	57

3. Testide kasutamine laboratoorse ja praktilise töö oskuste ning vilumuste kontrollil	60
4. Testide sobivuse kontroll	81
4.1. Objektiivsus	82
4.2. Reliaablus	83
4.3. Valiidsus	88
5. Testide täitmisel esinenud vigade analüüs ...	92
V. KOKKUVÕTE	100
VI. RESÜMEE	102
VII. KIRJANDUSE LOETELU	104
VIII. LISA	108

I. SISSEJUHATUS.

Keemiat õppeainena õpitakse koolis keemia kui teaduse baasil. Keemia tundides kasutatakse laialdaselt keemilist eksperimenti, mis on üks polütehnilise õpetuse realiseerimise viise. Laboratoorsed ja praktilised tööd moodustavad ühe keemilise eksperimendi liigi. Laboratoorsete ja praktiliste tööde käigus saavad õpilased oskusi ja vilumusi, hakkavad paremini mõistma keemiliste nähtuste ja protsesside sisu ning omadusi.

Omaste probleemiks on laboratoorsete ja praktiliste tööde läbiviimine. Harilikult ei jätku koolides igale õpilasele seadmeid ja reaktiive ning seepärast tehakse tööd rühmades. Tänapäeval aga selline töö organiseerimine rühmades enam ei rehulda ja ei ole meetoodiliselt täiuslik. Kontroll ei ole küllaldane.

Tekib vajadus laboratoorsete ja praktiliste tööde korralduse täiustamiseks. Üks võimalus selleks on rühmatöö printsiipide kasutamine. Rühmatöö all mõistetakse sellist töökorraldust, kus klass jaguneb mõne õppeülesande täitmiseks 3-8 liikmelistesse rühmadesse /12/. Keemia tundides laboratoorsete ja praktiliste tööde tegemisel koosneb rühm tavaliselt 2 õpilasest. Selline töö arendab õpilastes sotsiaalse suhtlemise oskust, võimaldab kõiki tööle panna, õpilased saavad omavahel arutada üleskerkinud küsimusi. Õpilastel on vajadus rühma järele. Rühmas saavad õpilased

üksteist täiustada. Ka nõrkadel õpilastel on võimalik näidata end mõnest tugevast küljest.

Ilma spetsiaalse õpetuseta ei osata tööd jaotada ja selle tulemusena võib mõni õpilane hoopis kõrvale jääda, on vaja kasutada spetsiaalseid tööjuhendeid, kus oleks ära näidatud, mida keegi peab tegema.

Kontroll on olulisemaid lülisid laboratoorse töö oskuste kujundamisel. Me ei suuda kontrollida töötegemise oskust. Siit tekibki vajadus leida paremaid kontrolli viise. Kui õpetajat huvitab, kas õpilased tunnevad üksikute tööoperatsioonide õiget järjekorda, võib kontrolliks kasutada testi. Kontroll annab ülevaate õpilaste üldisest tasemest, toob välja tüüpilised vead.

Käesoleva töö ülesandeks oli uurida, kas tööjaotuse organiseerimine õpilaste vahel praktiliste tööde läbiviimisel keemias võimaldab lühendada katsele kuluvat aega ning kas õpilased suudavad ühe õppeaastase harjutamise järel ka ise tööd jaotada. Selleks koostati spetsiaalsed tööjaotusega juhendid. Selliste juhendite alusel viidi Tartu 2. Keskkooli 7-a klassis terve õppeaasta jooksul läbi praktilisi töid rühmatöö vormis. Sama kooli 7-b klassis tehti samu töid traditsiooniliselt 3-õpilaselistes rühmades. Pärast 1 õppeaastat kestnud harjutamist kontrolliti 7-a klassi õpilaste tööjaotuse oskust ja võrreldi töö sooritamiseks kulunud aega paralleelklassi õpilaste aegadega.

Pesle selle koostati testid ja kontrolliti nendega õpilaste laboratoorsete ja praktiliste tööde oskusi ning

selgitati välja põhilised vead. Testid viidi läbi Nõo Keskkoolis, Tartu 1. ja 2. Keskkoolis. Võrreldi erinevaid klasse. Määrati testide validus ja reliaablus.

Töö teoreetilises osas antakse ülevaade laboratoorsete ja praktiliste tööde kohast keemia õpetamisel, nende metoodikast, rühma tööst, testide kasutamisest laboratoorsete tööde kontrollimisel.

II. RÜHMATÖÖ JA SELLE ASEND TEISTE ÖPPEVORMIDE HULGAS.

1. Õppetöö vormide klassifikatsioonist ja nende omavahelisest seosest.

Nõukogude pedagoogika üheks kesksamaks probleemiks tänapäeval on õppetunni täiustamine, selle õpetamise organisatsioonilise raami efektiivsemaks muutmine. On põhjust arvata, et tunni efektiivsus sõltub sellest, kuidas otstarbekalt on ühendatud mitmesugused õpilase töövormid.

Kui võtta aluseks õpetaja ja õpilase vahelise kommunikatsiooni iseloom, samuti õpilaste vahelise kommunikatsiooni ilme, on võimalik rääkida järgmistest erinevatest töövormidest /14/.

1. Frontaalne töö. Siia kuuluvad kooliloeng, õpetaja jutustus, vestlus, selgitus, frontaalne küsitlus. Seda vormi iseloomustab õpetaja püüdlus enam-vähem ühtlaselt mõjutada kogu klassi. Kontaktid õpilaste vahel on reeglina võimalikud ainult õpetaja loal ja initsiatiivil. Üldiselt on neid vähe.

2. Individuaalset tööd (iseseisev töö õppekirjandusega, iseseisvad vaatlused ja harjutused) iseloomustab töö

ajal õpetaja ja õpilase vahel vahetu kontakti puudumine. Tavaliselt ei ole sel ajal lubatud ka õpilaste vahelised kontaktid. Õpilaste töö toetub õpetaja poolt suuliselt või kirjalikult saadud tööjuhenditele. Individuaalse töö puhul saab rohkem arvestada õpilaste arengutempot, huvide ja võimete erinevust. Ülesanded võivad olla diferentseeritud. Individuaalne töö ei saa olla õpilaste sotsiaalse arengu teguriks.

3. Rühmatöö puhul ^{on} õpilased klassis jaotatud 3-6 liikmelisteks gruppideks. Rühmas toimub töö õpetaja poolt antud suulise või kirjaliku juhendi järgi, milles on fikseeritud rühma ülesanded. Mõnikord on seal antud ka juhised töö organisatsioonilise külje kohta. Töö ajal ei ole õpetajal rühmaga pidevat kontakti, kuid vajaduse korral ta lülitub töö käiku. Siin on iseloomulik rühma kuuluvate õpilaste vahel tihe tööülesandega seotud kommunikatsioon, koostöö, vastastikune abi ja kontroll. Rühmatöös tekkiv kontakt saab olla lähedasem ja rohkem isiklik, kui see on võimalik frontaalse töö puhul. Õpetaja ei saa kalduda autoritaarsesse juhtimisstiili.

Rühmatöö võib olla ühtne või diferentseeritud. Esimesel juhul antakse kõikidele rühmadele põhijoontes ühesugused ülesanded täita. Diferentseeritud rühmatöö puhul täidavad erinevad rühmad oluliselt erinevaid ülesandeid, mis kokku võimaldab saada tervikliku pildi klassis käsitlevast probleemist.

Diferentseeritud rühmatöö muudab oluliselt sellele eelneva ja järgneva frontaalse töö iseloomu. On alust kõnelda uute joontega töövormist. Diferentseeritud rühmatööle eelneb reeglina käsitletava ainelõigu, õppeprobleemi liigendamise enam-vähem terviklikeks alaküsimusteks frontaalse töö korras ja nende osade jaotamine rühmade vahel. See eeldab palju suuremal määral õpilaste vahelist kommunikatsiooni, kui see on omane tavalisele frontaalsele tööle. Sellise tööjaotuse alusel tekib klassis sotsiaalsühholoogiliselt uus situatsioon - üksikutel õpilastel ja tervetel rühmadel tekivad selgepiirilised ootused teiste rühmade ja üksikõpilaste suhtes. Rühmadel ja üksikõpilastel on seega alus vastutuse tekkeks. Diferentseeritud rühmatööle järgnevat tööd iseloomustab elav õpilaste vaheline kommunikatsioon.

4. Kollektiivne töö /12/. Rühmatöö pinnalt kasvab välja uus frontaalse töö vorm, kus valitsevad frontaalse tööga võrreldes uued suhted. Esineb suhe õpetaja-õpilaste grupid. Kollektiivset tööd võib iseloomustada järgmiselt:

a) klass tajub vastavat ülesannet kui klassile antut, mille eest ta kui sotsiaalne grupp vastutab;

b) ülesande täitmise organiseerimine on rühma enese õlgadel;

c) ülesande täitmisel esineb vastastikuse sõltuvuse olemasolu;

d) vastastikune kontroll ja vastutus tekib eriti siis, kui klass on ülesande omaks võtnud ja igal kollektiivi

liikmel või liikmete rühmas on terviklikus ülesandes oma osa täita.

Kollektiivsest tööst, selle sõna täies tähenduses, on mõtet rääkida sel juhul, kui kõik tunnused on olemas /11/.

Rühmatöö tõhususe uurimiseks tehtud katsed viitavad mõttele, et kogu senine suund - selgitada selle või teise töövormi efektiivsust võrdlevalt teistega - võib anda vaid väga poolikuid lahendusi ja koguni suunata ühekülgsusele. Ükski õppetöö vorm ei ole lahus teistest. Reaalses õppeprotsessis eksisteerivad töövormide erinevad kombinatsioonid /14/. Et õppeprotsessi rikastada ja mitmekesistada, kasutatakse erinevaid töövorme.

2. Rühmatöö üldiseloomustus

Poola metoodilises kirjanduses on öeldud, et tänapäeva didaktilis-kasvatustlike eesmärkide realiseerimise parim meetod on probleemõpe ja parim organisatsiooniline vorm on rühmatöö /2/.

Rühmatöö puhul on tegemist mitte ainult kitsalt metoodilise, vaid laiemas mõttes pedagoogilise probleemiga, sest rühmatöö eesmärk on mitte ainult paremate ja püsivamate teadmiste andmine, vaid ka selliste vajalike omaduste kujundamine nagu iseseisvus, initsiatiiv, vastutustunne, kaaslaste arvestamine ja austamine /3/.

Rühmatöö etendab olulist osa õpilaste teadmiste suu-

rendamisel ja nende iseseisva mõtlemise arendamisel. Rühmatöö valmistab õpilasi ette iseseisvaks vaimseks tööks /30/.

Heas rühmatöös kätkevad sama suured kasvatuslikud väärtused kui kollektiivselt töötavas inimühiskonnaski. Üksikül õpilasel tuleb aktiivselt tegelda ja seda ta ju peabki, ent mitte kunagi eraldatult, vaid tegelikult ikka oma klassi ja töörühma liikmena ühise ülesande täitmiseks. Mis ta iseseisvalt teeb ja suudab, tuleb kasuks ühisele tööle.

Rühmatöö üks variante esines juba 19. saj. lõpul, kui keskkoolides õppevahendite nappusel suuri klasse hakati praktilise töö tundideks poolitama või veelgi väiksemateks rühmadeks jagama. Teoreetilise põhjenduse sellele võttele andis J. Dewey teoses "The School and Society" (1899.a.). Esielgu olid need rühmad mõeldud klassivälise töö kollektiividena kas üksikute õppeainete süvendatud õppimiseks või vabade harrastuste rahuldamiseks. 1912.a. alates kasutati Leipzigi, Dresteni, Hamburgi ja Bremeni "ühiskondlikes koolides" nn. "vabu tööühmi". P. Petersoni poolt käesoleva sajandi 20-ndail aastail väljaantud "Jena plaan" on terveni üles ehitatud rühmatöö põhimõttele /6/.

Sotsialistlikus pedagoogikas võeti rühmatöö uuesti kasutusele Poola RV-s J. Bartecki juhtimisel. J. Bartecki uurimuste eesmärk oli kõrvutada probleemõppelise print-

siibiga tehtavat rühmatööd sõnalis-näitliku õpetamisega, mis toimus samuti probleemõppe põhimõtetel /18/.

J. Käisi arvates rühmatöö õilistab õpilast koostöö kaudu, muudab klassi massist aktiivseks tööhiskonnaks, kaob spikerdamine ja etteütlemine. Samal ajal võimaldab rühmatöö jõukohast ja huvidele vastavat tegevust nii tugevatele kui ka nõrkadele õpilastele. Luues paremad võimalused iseiseisvaks tööks, tõstab rühmatöö õpilaste tööjõudlust. Rühmatöö katsekiviks on nõrga õpilase aktiveerimine /6/.

Koostööks on paratamatult vaja suuta õigesti tajuda teiste inimeste sõnalisi jm. väljendusi, mõista nende psüühilisi seisundeid ja tegevusmotive, osata hinnata kriitiliselt ja õiglaselt nii teiste kui ka oma käitumist ja saavutusi, suuta reguleerida oma käitumist vastavalt kaaslaste taotlusele, osata tajuda ja mõista erinevate kollektiivide nõudeid ja norme ning suuta reguleerida oma käitumist vastavalt nendele normidele.

Õpilane kui isiksus elab otsekui kaksikelu. Väljaspool tundi, õppimist on ta kollektiivist, koos kaaslastega osaleb ta aktiivselt lastekollektiivis. Siin on neil ühised huvid ja vastutus, loominguline vastastikune rikastamine, koostöö, mõttevahetus, abi ja üksteise juhtimine. Aga tunnis on ta teistest isoleeritud õppematerjali tajuv, läbitöötav, omandav üksiklane. Tema pingutused seisavad paralleelselt teiste õpilaste omadega, peaaegu eiristu. Pingutuste resultaadid puudutavad ainult õpetajat ja õpilast /13/.

J. Käis fikseeris rühmatöö eesmärgid:

- 1) iseseisva töö võimaluste loomine;
- 2) ühiskondliku kasvatuses sihtide taotlemine koostöös ja vastastikuse abistamisega, vastutustunde arenemisega;
- 3) töö otstarbekas jaotamine /1/.

G. Neuner arvab õigesti, et rühmatööl on mõtet niivõrd, kui võrd ta valmistab pinnast paremaks õppimiseks ja see kergendab iga üksiku õppimist /30/.

Rühmatööd soovitatakse 10-18-aastastele, kõige enam 15-aastastele.

Poola RV teadlane W. Okón loeb kõige suuremaks rühmatöö organiseerimise raskuseks õpilaste tõelise koostöö vajaduse puudumist. See on põhjendatud meie 1-2-lapseliste kodudega, kus laps ei harju teistega. Parema on nende lastega, kes on tulnud lasteaiast. Kool peab lapsi juba esimestest kooliaastatest nii kasvatama, et neil tekiks vajadus koostööks.

Rühmatöös on väga oluline küllaldaselt läbimõeldud ülesannete esitamine. Eelistame rühmatööd ainult sel juhul, kui õpilased töötavad õpetajaga vahetult konkreetses koostöös. Rühmatööl on kaks olulist tunnust:

- 1) konkreetne koöperatsioon;
- 2) iseseisvus.

Sellest lähtudes esitatakse rühmatööks valitud ülesannetele konkreetseid nõudeid. Üheks tingimuseks on, et ülesanded peavad stimuleerima rühmatööd. Ei ole mõtet

klassi gruppideks jaotada, kui õpilased võivad samu ülesandeid ka mugavalt iseseisvalt lahendada. Rühmatööd tuleks kasutada siis, kui ülesannet muidu lahendada ei saa. Rühmatööks kasutatakse mõttekaid ülesandeid. Nad peavad vastama järgmistele kriteeriumitele:

- 1) ülesande kõrge nõudlikkuse nivoo;
- 2) ülesanne peab klassile arusaadav olema;
- 3) ülesanne ja seda lahendav grupp peab näitama üles kooperatiivse nõudlikkuse struktuuri. Materjal tuleb valida probleemne, et tekiks diskussioon. Rühmatööks ei kõlba ülesanne, millel puudub asjalik struktuurne lähenemine ja ta on sunniviisiliselt koopereeritud /17/.

W. Kienitz on märkinud, et rühmatööks sobivad kolme liikli ülesanded:

- a) ülesanded ja probleemid, mis nõuevad analüüsi ja võrdlust;
- b) kontsentreerumist nõudvad ülesanded ja probleemid;
- c) ülesanded, mis nõuevad harjutamist.

Probleeme sisaldavad ülesanded sobivad kõige paremini, seepärast seostabki Poola RV teadlane W. Okón rühmatöö probleemidega. Enne rühmatöö organiseerimist peab aga õpilasel olema piisavalt iseseisva töö kogemusi.

Rühmad on kas homogeensed või heterogeensed. Tavaliselt töötab rühmas 3-8 õpilast. Heterogeensete rühmade puhul kuuluvad samasse rühma erineva teadmiste tasemega, erinevate võimete ja tööoskusega õpilased, see tähendab nii tu-

gevad kui ka nõrgad õpilased /4/. Homogeensetes rühmades on tase ühtlane. Õpilased võivad moodustada rühmi ise või määrab õpetaja.

Kui õpetaja moodustab rühmi, peab ta arvestama õpilaste omavahelisi suhteid klassis. Ühte rühma ei tohi panna õpilasi, kes üksteist tõrjuvad. See takistab normaalset koostööd /12/. Tuleb vaadata, et võimuhimulised õpilased ei haaraks kogu tööd rühmas /22/. Vaba valiku korral eelistavad õpilased liituda võimete järgi. Tugevamatele meeldib koos töötada nendega, kes on samade võimeteega. Nõrgemate õpilaste enesetundele mõjub positiivselt, kui teised rühmalikmed on temaga sarnased /4/. Kuid uue aine käsitlemisel ja kordamisel võivad rühmad heterogeensemad olla. Mõidu nõrgem õpilane võib tugevamatele rühmakaaslastele võrdväärseks partneriks olla kui tal on rühma ülesande täitmise seisukohalt kasulikku informatsiooni. Koosseis võib oleneda igakoräsest didaktilisest ülesandest /12/.

Asjatu on kahtlus, nagu lõhuks rühmatöö klassikollektiivi ja soodustaks gruppide teket. Kui rühmatööd kasutatakse mitmes aines, ei pruugi kogu aeg olla samad rühmad. Ühe klassi piires saavad õpilased moodustada mitmesuguse koosseisuga rühmi. Rühmatööd ei kasutata ka igas tunnis. Kirjanduses on soovitatud ühe aine piires stabiilseid rühmi /14/. W. Okón soovitab jätta enne rühmade moodustamist ettevalmistava perioodi. Seda kasutada klas-

sis või koolis ühiste nõudmiste loomiseks. Kui on vajalik õpilaskooperatsioon, tekivad uued nõuded. Teisel etapil formeeritakse aktiiv. Etteotsa tuleks valida just need õpilased, kes oskavad juhtida. Eesmärgid, mis tulevad õpilastel saavutada, peavad saama nende endi eesmärkideks /30/.

Rühmatöö puhul antakse ülesanne mitte üksikõpilasele, vaid kogu rühmale täitmiseks. Rühm analüüsib ülesande tingimused, planeerib oma edaspidise tegevuse, diskuteerib, esitab klassile saadud tulemused /13/.

Rühmatöö tingimustes algab tund frontaalse sissejuhatusega, mis toimub õpetaja juhendamisel. Selle käigus püsitatakse võimeluse korral probleem, tutvustatakse õpilasi töö sisu ja eesmärkidega.

Järgmiseks osaks on töö rühmades. See koosneb kollektiivsest tööst - arutelu, diskussioon - ning individuaalsest iseseisvast tööst. Esialgne kollektiivne arutelu peaks kindlustama selle, et grupi liikmed neile antud ülesannetest õigesti aru saaksid. Selle käigus peaks selguma, missugune materjal on juba valmiskujul ja mida tuleks juurde otsida, mida peavad kõik lõpuks teadma ja mida võib üksikutele selgitamiseks jätta. Kaalutakse lahendusteid, kuidas tööd kõige paremini organiseerida. Sellisele ühisele tööle järgneb sageli individuaalne töö. Iseseisvale tööle järgneb tulemuste kontrollimiseks ja süstematiseerimiseks kollektiivne informatsiooni vaheta-

mine rühmas. Selle käigus valmistatakse klassile töötulemuste esitamiseks /4/. Iga grupi ühine tegevus viib teoreetiliste ja praktiliste küsimuste lahendamisele, kusjuures see tegevus diferentseerub sõltuvalt probleemi keerukusest ja raskusest, õppimise tasemest ja ainek. Need grupid, kes funktsioneerivad terve aasta, saavad ühtse dünaamika /30/.

Rühmades tehtavale tööle järgnev frontaalne töö kogu klassiga aitab selgitada, kuidas ja millisel tasemel on vastav ainelõik omandatud. Töötulemuste esitamine peaks toimuma aktiivse ühise töö käigus /4/.

Algul jaotab ülesanded rühmas õpetaja. Kui õpilased on juba antud töövormiga harjunud, jaotavad nad endi vahel ülesanded ise.

Diferentseeritud rühmatöö puhul jaotatakse materjal lähtudes rühma kuuluvate õpilaste informeeritusest, erinevatest võimetest ja huvidest. Sellised erinevused rühmatöö sisus võivad olla aluseks kogu klassi rikastamisel uute teadmiste teadmisega. Ka diferentseeritud ülesandeid võib jaotada klass. See loob tööle kollektiivse motivatsiooni. Tunni lõpus iga rühm esitab oma tulemused.

Rühmatöö puhul on suhted õpilaste vahel, sellele järgnevas kogu klassi töös esinevad rühmade vahelised suhted. Õpetaja ei ole üksikute rühmadega pidevas vahetus kontaktis. Ta abistab ainult vajaduse korral. Rühmatöös tekkiv kontakt saab olla lähedasem ja isiklikum kui see on või-

malik frontaalse töö puhul. Õpilased vahetavad rühmatöö tingimustes mitmesuguseid väärtusi. Neil tekib vastutus rühmakaaslaste ees, kuna tulemused esitatakse lõpuks kogu klassile. Klass hindab rühma. Õppejõudlust mõjutab seegi, et õpilaste teadmistes olevad lüngad selguvad palju kiiremini kui frontaalse töö puhul.

W.Okón arvab, et rühmatöö võib ergutada üldist intellektuaalset arengut, kuivõrd ta võib kompenseerida puudujääke väljaspool kooli olevas sotsiaalses keskkonnas, mille mõjusid ta peab intellektuaalse arengu suhtes oluliseks /30/.

Rühmatöö kõrvaldab arglikkuse ja kaaslaste ebi rühmas on viljakam kui õpetaja ebi individuaalses töös. Paremaid tulemusi saavutavad keskmised ja nõrgad õpilased, kelle puudulik edasijõudmine oli tingitud objektiivsetest põhjustest. Leised ja lohakad on edukamad individuaalses töös. Homogeensete rühmade puhul võib töö rühmas olla pingelisem, seega on ta rohkem arendav ka tugevamatele õpilastele /4/. Homogeensete rühmade puhul saab hästi tööd diferentseerida. Kui aga grupis on erineva edukusega õpilased, on tugevamad õpilased nõrkade käsutuses /3/. Õpilased peaksid leidma, et üksteiselt on võimalik õppida /18/.

Kui katseliselt uuriti õpilaste õppeedukust rühmatöö puhul, leiti, et paremad õpilased on ikka jäänud paremateks, keskmistel on teadmised paranenud, nõrkadel õpi-

lastel on teadmiste kasv suur. Seega andis rühmatöö kasutamine nähtavalt paremaid tulemusi just nõrkade ja keskmiste õpilaste juures. Samas on ka oluline, et parematel õpilastel jäid tulemused endiselt väga headeks /3/.

Nii õpilased kui õpetajad suhtusid rühmatöösse positiivselt. Rühmatöö ajal üleliigne jutuaajamine vähenes /18/.

III. LABORATOORSETE JA PRAKTILISTE TÖÖDE ORGA-
NISEERIMINE KEEMIA KURSUSES RÜHMATÖÖ
PÕHIMÕTTEL

1. Keemilise eksperimendi liigid.

Kui võtta aluseks õpetaja ja õpilaste tegevus, võib keemilist eksperimenti kooli tingimustes jaotada järgmiselt /32/:

- a) demonstratsioonikatsed, mida teeb õpetaja;
- b) laboratoorsed tööd, mida teevad õpilased uue materjali õppimise käigus;
- c) praktilised tööd, mida teevad õpilased pärast ühe või mitme teema õppimist.

Demonstratsioonikatsetel on mitmeid olulisi eeliseid võrreldes laboratoorsete ja praktiliste töödega, kuid üks ei saa teist asendada. Demonstratsioonikatse pedagoogiline väärtus seisab eeskätt selles, et õpetaja saab siin nähtavale tuua just seda, mis on katses kõige olulisem. Kõrvalised asjaolud ei kisu õpilaste tähelepanu eemale. Vaadeldes õpetaja poolt korraldatud katseid, tutvuvad õpilased katsetehnika õigete võtetega, näevad, kuidas tuleb ümber käia töövahenditega. Õpetaja peab oskama luua katse jälgimiseks eeldused ka õpilaste teadvuses.

Keemias õpitavate ainete ja nende omaduste kohta saa-

vad õpilased konkreetseid kujutlusi kõige paremini õpilaseksperimendi ja vaatluse abil. Eksperiment võimaldab vabaneda formalismist keemia õpetamisel, sest õpilane õpib aineid ja nende omadusi tundma vahetult, otsese käe-
muse abil.

Õpilaseksperimendile esitatakse järgmised nõuded /38/:

- 1) peab olema ohutu;
- 2) peab olema igale õpilasele jõukohane;
- 3) peab aitama arendada täpsust;
- 4) peab õpetama töötama ettevaatlikult;
- 5) töö käigus peavad kujunema põhilised praktilise töö harjumused;
- 6) peab õpetama uurimuslikult lähenema üleskerkinud küsimustele.

Õpilaste poolt tehtavad eksperimendid võib jaotada 2 rühma:

- a) laboratoorsed tööd;
- b) praktilised tööd.

Laboratoorne töö koosneb laboratoorsetest katsetest. Ühes laboratoorses töös võib olla mitu katset.

Laboratoorsetel töodel on järgmised positiivsed jooned /16/:

- 1) laboratoorsete tööde käigus kujunevad õpilastel õpitavast ainest märksa kindlamad ja püsivamad teadmised, kuna vaadeldud ainetega toimunud muutused toimuvad õpi-

laste vahetus läheduses;

2) laboratoorsed tööd õpetavad õpilasi iseseisvalt vaatlema, katsetama ja järeldusi tegema;

3) laboratoorsed tööd on teostatavad ka siis, kui õpilastel puuduvad veel küllaldased praktilise töö kogemused;

4) laboratoorsed tööd aitavad äratada huvi keemia vastu.

Laboratoorsete tööde läbiviimisel tuleb arvestada, et üksikud katsed ei nõuaks palju aega. Praktilised tööd kestavad reeglina terve tunni ja viiakse läbi pärast pikema teema või mitme teema käsitlemist.

Praktilised tööd teenivad keemiakursuses järgmisi eesmärke /32/:

a) anda õpilasele võimalus isikliku kogemuse abil tungida keemiliste nähtuste ja protsesside olemusse;

b) aidata õpilastel kinnistada õpitut;

c) tutvustada õpilasi tähtsamate laboratooriuminõude ja -seadmetega ning laboratoorse töö võtetega;

d) õpetada õpilasi eksperimendi abil lahendama neile jõukohaseid praktilisi ja teoreetilisi ülesandeid;

e) õpetada õpilasi iseseisvalt analüüsima nähtusi ja sõnastama järeldusi.

Õpilaseksperimendis võib eristada 4 osa /24/:

a) lähteainete valik ja nende omadustega tutvumine;

- b) katseseadme koostamine;
- c) keemilise reaktsiooni läbiviimine;
- d) amande koostamine.

2. Laboratoorsete ja praktiliste tööde osa keemia õpetamisel.

Keemia on eksperimentaal-teoreetiline teadus. Järelikult ka selle teaduse aluste õpetamisel peab eksperiment omama olulist osa /11/.

Keemia õpetamise metoodika alases kirjanduse hinnatakse kõrgelt õpilaseksperimenti pedagoogilist väärtust /29/. Õpilaseksperimenti hinnatakse kui efektiivset meetodit teaduslike mõistete süsteemi kujundamiseks, kui meetodit ratsionaalse mõtlemise vormide arendamiseks /24/.

Üheks polütehnilise õpetuse realiseerimise viisiks keemia õpetamisel on iseseisvad laboratoorsed ja praktilised tööd /21/.

Meie koolis on õpetamise üks tähtsaim printsiip teooria ja praktika vaheline seos ning selle printsiibi väljenduseks on teadmiste kasutamine praktiliste tööde tegemisel, õpilasi tuleb igal võimalusel panna tööle mitte ainult peä vaid ka kätega /34/.

Keemilise eksperimenti olukord erinevatel ajalooetappidel nõukogude kooli arengus on määratud paljude faktori-

tega: keemia kui teaduse arenguga, tööstuse arenguga, teadusliku uurimise meetoditega, õppemeetoditega, kooli materiaal-tehnilise varustatusega. Juba esimestes nõukogude keemiaõpikutes pöörati palju tähelepanu keemilisele eksperimendile. Oma õpikus S. Sozonov ja V. Verhovski ütlesid, et keemia õpetamise aluseks peavad olema eksperiment, vaatlused ja ekskursioonid. Eksperiment peab olema seotud elu ja tehnikaga. Käesoleva sajandi 20-ndail aastail keemia õpetamise metoodika tunnistas ainsaks ja universaalseks uurimusliku meetodi. See eeldas, et õpilane katsete põhjal jõuaks erinevate keemiliste mõistete, seaduste ja seaduspärasusteni. Siin hinnati õpilaseksperimenti tähtsust üle. Õpilane panti uurija rolli. Hea oli, et keemiline eksperiment suunas õpilase iseseisvale tööle. Õpilased harjusid iseseisvalt tööjuhenditega töötama.

G.S. Krapivin soovitas järelduste õigsust kontrollida katseliselt. Koolis peavad õpilased saama selge ettekujutuse sellest, et teooria toetub faktidele /35/.

M. Faraday on öelnud, et ükski teadus ei vaja eksperimenti sel määral kui keemia. Kõik tema seadused, teooriad ja järeldused tuginevad faktidele. Ka keemia õpetamisel ei ole ükski meetod nii vajalik kui eksperiment /16/. Praktiliste ja laboratoorsete tööde tegemine soodustab püsivamate ja sügavamate teadmiste saamist /37/.

Keemiat kui õppeainet õpitakse koolis keemia kui teaduse baasil. Teadmiste omandamise protsessis läbivad õpi-

lased kõik need etapid, mida on läbinud inimkond objektiivse maailma tunnetamisel. Õppeprotsess on sihipärane. Väidetakse, et õpilased ei avasta teaduslikke tõdesid, vaid ainult omastavad olemasolevat. Arvatakse isegi, et praktiliste tööde puhul, kus enamuse tööst teevad õpilased ise, on nad enne juba õpiku abiga selle osa ära õppinud ning neil on teada, millesele tulemussele nad peaksid praktilise töö käigus jõudma. Aga vaatamata katse illustriativsele iseloomule, saab õpilane teada palju uut /11/. Ükski seadus, ükski teooria ei anna õpilasele nii palju kui vahetu elav kokkupuude tegelikkusega. Veelgi enam, olles varustatud teooriaga, teostab õpilane eksperimendi teadlikult. Ta teab, mida ja kuidas vaadelda /37/.

Õpilaseksperiment omab ühiseid jooni teadusliku eksperimendiga. Selles ongi ta praktiline väärtus. Keemiline eksperiment ei tutvusta õpilasi mitte ainult teaduslike faktide ja seaduspärasustega, vaid ka sellega, kuidas nendeni jõutakse.

Eksperiment keemia õpetamisel ning ta õigel kasutamisel, eriti iseseisva praktilise töö puhul, kasvatab õpilastes tähelepanelikkust, õpetab ülesannet lahti mõtestama, pidama töödistsipliini, hoidma puhtust jne. /11/.

Eksperiment teadmiste üldistamisel on vahendiks teadmiste süstematiseerimiseks ja süvendamiseks /31/.

Ei tohi piirduda ainult lihtsate eksperimentidega, jättes õpilase katseklaasi ja piirituslambi tasemele.

Õpilaseksperiment peab olema küllalt lai /33/. Õpilastel soovitatakse lasta praktilised tööd iseseisvalt teha. Sel juhul tekivad neil iseseisvad mõtted ja initsiatiiv /22/. K.D. Ušinski on öelnud, et iseseisvad mõtted tekivad õpilastel ainult iseseisva töö alusel /23/.

Praktiliste oskuste kujundamine läbib järgmised 3 etappi:

- a) antud tööoperatsiooni jälgimine või töökirjelduse lugemine;
- b) nende operatsioonide iseseisev tegemine;
- c) harjutused õpitud operatsioonide kohta.

Seoses sellega on praktiliste oskuste kujundamisel 3 tingimust:

- a) õpilastele õigete töövõtete demonstreerimine ning koos seletustega õigete töövõtete tegemine;
- b) võimalikult sagedane harjutamine;
- c) pidev õigete töövõtete sooritamise kontroll õpetaja poolt /21/.

Et võimaldada õpilastele küllalt sagedast harjutamist, tuleb praktilisi ja laboratoorseid töid teha süsteematiselt. Ainult sel juhul on võimalik küllalt tihe side faktilise materjali ja praktiliste oskuste vahel.

Mõnedes koolides tehakse praktilisi töid õppeaasta lõpus iseseisva üritusena. See ei ole teoreetilise materjaliga ajalisel seotud. Mõnikord aga tehakse läbi ainult need tööd, mis on nõutud lõpueksamil.

Praktilisi töid peab aga tihedalt siduma teoreetilise materjaliga ja tegema võimaluse korral kohe, kui vastav küsimus on õpitud. Sel juhul moodustab praktiline töö nagu kokkuvõtte.

Praktiline töö tehakse teadlikult, kui õpilased on tööks piisavalt ette valmistanud. Õpilased peavad tundma töö sisu ja järjekorda, mõistma operatsioonide mõtet, oskama õigesti seletada kõiki jälgitavaid nähtusi ja nende alusel tegema õigeid järeldusi. Tuleb jälgida iga õpilase tegevust ja vestelda temaga, et kontrollida, kas ta saab oma tööst aru. Tulemuste hindamine tõstab töö tegijate vastutust.

Töö organiseerimine algab juba tunnist, mis eelneb praktilisele tööle. Seal õpetaja selgitab praktilise töö vormi ja eesmärgi. Oluline on rääkida ka katse jälgimisest ja aruande koostamisest /21/.

Kui koolil ei ole võimalust lasta, igal õpilasel individuaalselt töötada, sooritatakse katsed rühmades. Harilikult tehakse igas praktilise töö tunnis mitu katset. Hea oleks, kui iga õpilane neist pooled saaks teha oma kätega. Õpetaja peaks otsima paremaid meetodeid laboratoorsete ja praktiliste tööde läbiviimiseks.

3. Rühmatöö rakendamise võimalusi laboratoorsetel ja praktilistel töodel keemias.

Õpilastel on vajadus rühma järele. Rühmatöö arendab nende sotsiaalse suhtlemise oskust, võimaldab kõiki tööle panna.

Rühmatöö eeldab teatud tingimuste olemasolu. Üheks tingimuseks on kooli mööbel. Tavaliste 2-istmeliste koolipinkide puhul on rühmatööd raske organiseerida /13/. Kooli keemiaklassis on aga tavaliselt lauad ja toolid. Toole saab ümber paigutada.

Harilikult on meie klassides palju õpilasi ja igaühele katsevahendeid ei jätku. P.A. Gloriov ja L.M. Smorgonski väidavad, et sel juhul jaotatakse õpilased rühmadesse ja töö tehakse rühmades, aruanne esitatakse aga individuaalselt /21/.

Saksa DV teadlane K.H. Walter oma artiklis ütleb, et paratamatult tekib rühmas tööjaotus, kuid spontaanse rühmasisese tööjaotuse tõttu ei ole mõned õpilased aktiivsed. Nad jäävad lihtsalt pealtvaatajateks. Õpetaja ei ole võimeline korrige kõikide gruppide tööd jälgima. Kui rühmas on õpilasi, kellel ei ole ülesannet, tegutsevad nad mitteefektiivselt. Nende distsipliin jätab soovida. Sel viisil ei kujune õpilastel välja ratsionaalse koostöö strateegiat /29/.

Et rühmas tööd paremini organiseerida, võib kasutada

erijuhendeid, kus on märgitud iga õpilase ülesanded. Selleks tuleb õpikus ja töövihikus antud tööjuhendid ümber korraldada, kasutades programmõppe printsiipe. Eksperimentaalsete uurimustega on kindlaks tehtud, et rühmatöö efektiivsus sõltub ülesande püstitamise viisist, ülesande jaotamisest rühmas ja rühma sisesest informatsiooni levitamisest /20/.

Mõte, välja töötada spetsiaalset programmi grupitööks, võib paista ebaharilikuna. K.H. Walter rakendab programmõppe põhimõtteid ka rühmatöös. Eesmärgiks on panna kõik õpilased rühmades tööle, programmeerides igaühele antavad ülesanded. See kujutab endast õpiprogrammi. Indiviidi omandamisprotsessi kõrval on vaja koordineerida ja juhtida ka õpilaste koostööd.

K.H. Walter analüüsis Saksa DV 7. klassi õpikus olevaid tööjuhendeid, töölehti ja leidis, et tavalistes eksperimendi juhendites on ainult see juhtimisfunktsiooni osa, mis on vajalik individuaalse omandamisprotsessi juhtimiseks, koordineerimisfunktsioone ei ole kaasa haaratud. Kooperatiivse õppimise eripärade mitte arvestamine viib rühmades selleni, et üksikud rühma liikmed ei tea, mida teha.

Programmeeritud tööjuhendi näitena on K.H. Walter oma artiklis toonud juhendi "Segude valmistamine ja eraldamine". Siin koosneb rühm 3 õpilasest - A, B, C. Neist õpilane A on grupijuht.

Ülesanne: Valmistada segu liivast, raualaastudest ja keedusoolast. Jaotada koostisosadeks.

Melmärkus: 1. Mida nimetatakse seguks?

Grupijut A kontrollib, õpilased B ja C vastavad, kusjuures nõrgem vastab esimesena.

2. Missuguseid rauapuru ja liiva erinevaid omadusi on võimalik kasutada segu lahustamiseks? Vastab õpilane C.

3. Missuguseid liiva ja keedusoola erinevaid omadusi võib kasutada segu lahustamiseks? Vastab õpilane B.

4. Missuguseid rauapuru ja keedusoola erinevaid omadusi saab kasutada segu lahutamiseks? Vastab õpilane A.

Järgneb diskussioon erinevate küsimuste üle. Õpilane B teeb kokkuvõtte.

Töövahendid ja ained:

Tööjuhend.

Kontrollige koos katseriistade ja reaktiivide olemasolu ning töökorras olekut. Töö organiseerige järgmise juhendi järgi.

Õpilase A ülesanded.

1. Sega klaaspulga abil keeduklaasis ligikaudu 1 g liiva, 1 g raualaaste ja 1 g keedusoola.
2. Kontrolli luubiga, kas järelejäänud segu sisaldab veel raualaaste. Pane segu katseklaasi, lisa 5 ml veet ja loksuta tugevasti.
3. Vala ligikaudu 1/3 filtraadist puhtesse portselankaussi ja kuumuta kuni kogu vedelik on aurustunud.

Õpilase B ülesanded.

1. Valmista filter, seta filter lehtrisse ja niisuta veega.
2. Kontrolli, kas õpilane C filtreerib õigesti.
3. Vala ligikaudu 1/2 allesjäänud filtraadist puhtasse portselankaussi ja aurusta seda.

Õpilase C ülesanded.

1. Eraldada magnetiga raualaastud segust.
2. Filtreeri lahust.
3. Kuumuta järelejäänud filtraati.

Koos: kontrollige üksteist ohutustehnika nõuetest kinnipidamises. Kustutage piirituslamp ning koristage töökoht.

Pärast töö tegemist antakse igale õpilasele lünktest, mis täidetakse individuaalselt. Lõpuks kontrollitakse tulemusi ja diskuteeritakse. Rühma kõige nõrgem õpilane vastab alati esimesena.

Lünktest.

Segu on lahutatav, kuna keedusool, liiv ja raualaastud aga, aga viimasel on veel omadus külge tõmbuda. Veega loksutades moodustab keedusool, liiv..... . Filtreerimisel jääb liiv filtrile kui ..., filtraat on ... ja ... segu. Pärast aurustamist jääb järele ... /39/.

K.H. Walteri arvates võib olla ka kahene rühm, kuid neljast õpilasest koosnev rühm on liiga suur. Seal ei ole töö jaotamise võimalused küllaldased.

Kooperatiivse programmi iseärasused on selles, et programmis pöörduetakse mitte kogu grupi, vaid üksiku õpilase poole. Programm juhib ja kontrollib üksiku omandamisprotsessi seoses teiste grupiliikmete tegevusega. Üksiku õpilase kommunikatsioon partneriks on esmajoones kaasõpilane. Programm ajendab rühma liikmeid üksteisele küsimusi esitama ja juhendeid andma. Programmis on algoritmiseeritud eeskiri individuaalseks teadmiste omandamise reguleerimiseks ning sellega läbipõimunult juhend grupisisese tegevuse ja informatsiooni koordineerimiseks. Tavalise programmiga võrreldes on siin vähem abiformatsiooni ja programm on vähem hargnenud. Sammud on ulatuslikumad kui individuaalprogrammis.

Kooperatiivne programm sisaldab tavalisega võrreldes vähem stimuleerivaid ideid, mis tuleneb sellest, et kinnituse vastuse õiguse või ebaõiguse kohta saab õpilane kaaslaselt, kes seda ka emotsionaalselt rikastab. Iga õpilasele antud ülesanded määravad ja kontrollivad ta tegevust tema funktsioonide piirides. Sõltuvalt igatüüpi võimest oma funktsiooni iseseisvalt ja ratsionaalselt tajuda, võib programmis funktsioonide jaotus ära jääda. Vanematele klassidele antud programmis täidab iga õpilane ainult ühte programmi osa. Kogu tööst avaneb ülevaade

rühmakäeslastega vesteldes. Programm lubab üle minna järgmisele astmele, kui iga õpilane on oma osa ammandanud. Seega võimekam õpilane seisab grupi teenistuses.

K.H. Walteri poolt toodud eksperimentaaljuhendis on järgmised osad /20/:

1. Töö ülesanne.
2. Eelmärkus. Siin on toodud küsimused rühmeliikmetele. Diskuteeritakse erinevate küsimuste üle, üks õpilane teeb kokkuvõtte.
3. Tööjuhend. Selles näidatakse iga õpilase ülesanded ja ka need operatsioonid, mida tehakse koos.
4. Lünkharjutus. Lünktest v. harjutus on sama laboratoorse töö kohta ja selle täidab iga õpilane iseseisvalt.
5. Lõpuks tulemuste kontroll ja diskussioon.

4. Tööjaotusega juhendite kasutamine laboratoorsesel tööl 7. klassis.

Tavaliselt tehakse laboratoorseid töid töövihikus, õpikus, eraldi lehel või õpetaja suulise seletusena antud üldise juhendi järgi. 7. klassis on keemia laboratoorse te tööde juhendid toodud töövihikus. Kui koolil jätkub reaktiive ja katseseadmeid igale õpilasele, viiakse töö

läbi individuaalselt nende eeskirjade järgi, vastasel korral jaotatakse klass gruppideks ning katsed sooritatakse kollektiivselt. Kuid rühmaviisilises töös on selline oht, et ainult üks või paar õpilast töötavad, ülejäänud vaatavad niisama või koguni rikuvad tunnis korda. Laboratoorse tööde tegemisel organiseerivad õpilased omavahelist tööjaotust harva. V.Kork uuris 9-ndates klassides õpilaste tegevust laboratoorse tööde teostamisel. Ta leidis, et töö sooritamisel õpiku juhendi järgi esines 80 rühmast (koosnesid 2 õpilasest) täielik tööjaotus seitsmel rühmal, osaliselt (ainult ühe tööoperatsiooni piires) esines tööjaotus 22 rühmal /11/.

Et kõiki õpilasi tööle rakendada, koostati juhendid, kus kasutati rühmatöö põhimõtteid. Selleks võeti harilik tööjuhend ning jaotati üksikuteks operatsioonideks. Seejärel vaadati, millised operatsioonid oleksid võimalikud teha paralleelselt, mida saaks koos teha. Esikiri koostati 2 õpilasest moodustatud rühmale. Juhendis oli märgitud 1. õpilane ja 2. õpilane. Need operatsioonid, mis olid kirjutatud 1. ja 2. õpilase alla, pidid nad sooritama iseseisvalt, samaaegselt. Ülejäänud tuli teha koos. 7. klassi laboratoorsed tööd on aga küllalt lihtsad ja seepärast saab ka vähe tööd jaotada. Paljudes töödes ei esi- negi paralleelseid operatsioone. Neid rühmatööks kasutada ei saa.

Poola RV teadlane W. Okón on öelnud, et rühmatööks ei kõlba ülesanne, mis on sunniviisiliselt koopereeritud /20/.

Programmis ettenähtud laboratoorsetest tööstest koostati tööjaotusega juhendid 5 tööle:

- 1) vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine;
- 2) keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel;
- 3) vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest;
- 4) hapniku saamine kaaliumpermanganaadi lagundamisel;
- 5) vesiniku saamine tsingi ja väävelhappe vahelisel reaktsioonil ning reaktsiooniproductide kindlakstegemine (vt. lisa 1).

Tööjuhendite alusel püüti uurida, kuidas tööjaotuse omandamine toimub.

Eksperiment viidi läbi Tartu 2. Keskkoolis terve õppeaasta vältel. Selles koolis on kaks 7. klassi. 7-a klass võeti eksperimentaalklassiks, 7-b klass kontrollklassiks. 7-b on kontrollklass selle suhtes, et uurida rühmatöö mõju laboratoorsetel töodel. Nii neid ka edaspidi tekstis nimetatakse. Seitsmendates klassides on õpilasi vastavalt 32 ja 34.

Kohe õppeaasta algul jaotati eksperimentaalklassis õpilased 2 kaupa rühmadesse. Saksa DV teadlane K.H.Walter on öelnud, et selliste tööde puhul on mõeldavad 2- või 3-liikmelised rühmad, kuid 4 õpilast on palju. Neljale ei ole tööjaotuse võimalused piisavad /20/. Rühmad moo-

dustati vabatahtlikkuse alusel. Õpetaja selles kaasa ei rääkinud. Enamasti töötasid koos poiss poisiga ja tüdruk tüdrukuga, aga mõnikord ka poiss tüdrukuga. Tavaliselt töötasid koos need õpilased, kes ka teistes tundides koos istuvad. Rühmad olid enam-vähem püsivad kõigi 5 tööjooksul ning igal rühmal oli oma töökoht. Ainult siis, kui mõni õpilastest puudus, tuli muudatusi.

Eksperimentaalklassis tehti kõik tööd tööjaotusega juhendite põhjal, kus olid kummagi õpilase jaoks eraldi ülesanded, samuti koos tehtavad ülesanded.

Tööjuhend nr. 1. "Vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine."

1. õpilane

2. õpilane

- | | |
|--|--|
| 1. Puistata 1. katseklaasi ligikaudu 1 cm ³ vask(II)hüdrosiidkarbonaati. | 1. Valada 2. katseklaasi ligikaudu 3/4 selle mahust lubjavett. |
| 2. Kinnitada 1. katseklaas statiivile horisontaalasendi suhtes väikese nurga all, põhjaga ülespoole. | 2. Kinnitada lubjaveega katseklaas statiivile. |
| 3. Sulgeda 1. katseklaas koriga, mida läbib gaasijuhtetu. | 3. Asetada gaasijuhtetu 2. ots lubjaveega katseklaasi. |
| 4. Süüdata piirituslamp. | |

Edasi teha koos.

1. Kuumutada vask(II)hüdrosiidkarbonaati.

1. õpilane

2. õpilane

1. Kui lubjavesi on muutunud häguseks, võtta gaasijuhtetoru lubjaveest välja.
2. Lõpetada kuumutamine.
3. Kustutada piirituslamp.

Kontrollklassis töötasid õpilased 3 kaupa rühmades, kuna klassis oli vähe ruumi ning katsevahendeid ei jätkunud igale õpilasele eraldi. Ka selles klassis olid rühmad terve õppeaasta püsivad. Kui üks rühmast puudus, töötati 2 kaupa. Igal rühmal oli oma kindel töökoht. Kontrollklassis anti kindla operatsioonide järjekorraga juhendid. Selleks jaotati harilik tööjuhend üksikuteks operatsioonideks ja kirjutati need õiges järjekorras.

Tööjuhend nr. 2. "Vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagun-
damine."

1. Puistata 1. katseklaasi ligikaudu 1 cm^3 vask(II)hüdrosiidkarbonaati.
2. Kinnitada 1. katseklaas statiivile horisontaalasendi suhtes väikese nurga all, põhjaga ülespoole.
3. Pulgeda 1. katseklaas korgiga, mida läbib gaasi juhtetoru.
4. Valada 2. katseklaasi ligikaudu $3/4$ selle mahust lubjaveest.
5. Kinnitada lubjaveega katseklaas statiivile.
6. Asetada gaasijuhtetoru ots lubjaveega katseklaasi.
7. Süüdata piirituslamp.

8. Kuumutada vask(II)hüdrosiidkarbonaati.
9. Kui lubjavesi on muutunud häguseks, võtta gaasijuhtetoru ots lubjaveest välja.
10. Lõpetada kuumutamine.
11. Kustutada piirituslamp.

Kõik 5 tööd tegid kontrollklassi õpilased selliste juhendite järgi (vt. lisa 1). Töö käigus kujunes neil spontaanne tööjaotus, mis oli väga primitiivsel tasemel. Esines ka õpilasi, kes jäid kõrvale, kuid neid oli vähe, sest 7. klassis on õpilased laboratoorsetest töödest väga huvitatud. Mõnedes rühmades üks õpilane ütles tööjuhendi järgi ette, mida teha, teised 2 sooritasid vastavaid operatsioone.

Laboratoorsete tööde tundides jaotas õpetaja esmalt õpilastele tööjuhendid (eksperimentaalklassis tööjaotusega, kontrollklassis õige järjekorraga). Õpilastele anti aega juhendiga tutvumiseks. Seejärel arutati tööoperatsioonid koos läbi ning selgitati küsimusi, mis olid õpilastele arusaamatuks jäänud. Õpetaja juhtis õpilaste tähelepanu ka ohutustehnika nõuetele ning demonstreeris olulisemaid töövõtteid antud töö juures. Aruanne esitati individuaalselt töövihikus.

Vaatamata tööjaotusega juhenditele, pidi õpetaja esimeste tööde teostamisel siiski veel jaotust meelde tuletama. Hiljem polnud seda enam vaja.

Kuna õpilased on rohkem harjunud töötama õpetaja suulis-

te korralduste järgi, valmistas neile kirjaliku juhendi järgi töötamine algul raskusi. Vaatamata ühisele arutelule enne tööle hakkamist, esines ikkagi õpilasi, kes küsisid, mida ta peab edasi tegema. Sel juhul osutas õpetaja neile antud tööjuhendile. Pärastpoole õpilased harjusid tööjuhenditega.

Rühmatöö põhimõtete rakendamiseiga laboratoorsesel töödel taheti kõiki õpilasi maksimaalselt tööle rakendada ning aega ökonoomsemalt kasutada, et ühes tunnis oleks võimalik rohkem töid teha.

Koos töötades said õpilased tekkinud küsimusi omavahel arutada. Seda nad ka tegid. Võis näha, et kui anti tööjaotusega juhend, töötasid mõlemad õpilased. Tavalise juhendi järgi töötades kõik õpilased aktiivsed ei olnud. Enamasti oli rühmas juhtimine ühe õpilase käes, kes keemiat paremini oskas või muidu aktiivsem oli.

Pärast tervet õppeaastat kestnud harjutamist eksperimentaalklassis tööjaotusega ja kontrollklassis õige järjekorraga juhendite järgi, tehti kevadel rühmatöö kohta kontroll. Eksperimentaalklassi tulemusi oli hea kontrollklassi tulemustega võrrelda, sest neid ei ole nii töötama õpetatud. Selleks ajaks olid mõlema klassi õpilased läbi teinud 5 ulatuslikumat laboratoorsesel tööd.

Et kindlaks teha, kas rühmatöö kasutamine ajalist efekti annab, viidi mõlemas klassis läbi laboratoorne töö neutralisatsioonireaktsiooni kohta. Melnevalt tut-

vustati õpilasi büreti ja mõõtsilindriga. Kuidas büretti täita ja lugemist võtta. Mõlema klassi õpilastele anti harilik tööjuhend, kus oli töö kõik lühidalt kirjeldatud.

Tööjuhend nr. 3 "Neutralisatsioonireaktsioon".

Kinnitage bürett statiivile. Valage büretti naatriumhüdroksiidi lahust ja täitke ka büreti ots naatriumhüdroksiidi lahusega. Seejärel reguleerige büretis naatriumhüdroksiidi tase nulli, nii et reguleerimise ajal teie silmad oleksid vedeliku nivoooga ühel kõrgusel ja nivood vaadake vedeliku kõverpinna alumise osa järgi. Mõõtke mõõtsilindriga 10 ml soolhapet ja valage see koonilisse kolbi. Lisage happetele mõni tilk lakmust, kuni hape värvub roosaks.

Büretist tilgutage naatriumhüdroksiidi lahust, kuni ilmub lahusel violetne värvus. Tiitrimise ajal lahust pidevalt segada.

Kirjutage vihikusse, palju võtsite hapet, palju kulus naatriumhüdroksiidi. Valage saadud hästi segatud neutraalne lahendus portselankaussi ja aurustage vedelik. Mis jäi portselankaussi?

Et õpilased oleksid võrdsetes tingimustes, töötati nii eksperimentaal- kui ka kontrollklassis 2. õpilasest moodustatud rühmades. Mõlemas klassis soovitas õpetaja tööd peatada ja lõpetada nii kiiresti kui võimalik. Enne tööle lubamist tutvusid õpilased tööjuhenditega. Tööd koos läbi ei arutatud. Kellel oli midagi arusaamatu, võis õpetajalt

küside.

Õpetaja jälgis õpilaste töö organiseerimist. Õpilaste tööjaotuse kindlaks tegemiseks ei olnud muud võimalust peale vaatluse.

Tööjaotust esines mõlemas klassis, kuid väga primitiivselt ja mitte nii nagu oli oodatud. Töös ei nähtud ühest operatsioonist kaugemale.

Õpilastel oli võimalus jaotada omavahel tööd nii, et sel ajal kui õpilane täidab büreti naatriumhüdroksiidiga, mõõdab teine koonilisse kolbi soolhapet. Nii ei teinud keegi. Koos täideti ja kinnitati bürett, koos mõõdeti soolhapet.

Õpetaja mõttis stopperiga kõikide rühmade ajad, mis on antud tabelis 1.

Tabelist on näha, et eksperimentaalklassis mingit ajalist efekti ei saavutatud ehkki töötati terve aasta rühmatöö põhimõttel. Kõige parem aeg oli küll eksperimentaalklassis, kuid 2. ja 3. aeg kontrollklassis. Kõige halvem aeg oli eksperimentaalklassis 25 min. 55 sek., kontrollklassis 23 min. 50 sek. Eksperimentaalklassi kõige aeglasem rühm tegi kontrollklassi kõige aeglasemast 2 min. kauem. Eksperimentaalklassis üks õpilane tegi töö üksinda ja jõudis kiiremini valmis kui 10 rühma, kus töötati kahekesi. Kontrollklassi oli ühes rühmas 3 õpilast. Vaatemata sellele said nad 8. aja.

Ilmselt jäid 5 laboratoorset ja praktilist tööd harju-

Tabel 1

Ekspimentaalklassi ja kontrollklassi rühmade paremusjärjestus katsele kulunud aegade järgi.

Ekspimentaalklass		Kontrollklass	
Rühm	Aeg	Rühm	Aeg
1.	14 min.	1.	14 min. 50 sek.
2.	18 min. 55 sek.	2.	16 min. 20 sek.
3.	19 min. 15 sek.	3.	19 min. 40 sek.
4.	19 min. 20 sek.	4.	19 min. 45 sek.
5. (1 õpilane)	19 min. 40 sek.	5.	19 min. 50 sek.
6.	20 min. 30 sek.	6.	20 min. 45 sek.
7.	20 min. 50 sek.	7.	21 min.
8.	22 min. 15 sek.	8. (3 õpilast)	21 min. 5 sek.
9.	22 min. 20 sek.	9.	21 min. 10 sek.
10.	22 min. 30 sek.	10.	21 min. 30 sek.
11.	25 min.	11.	21 min. 35 sek.
12.	25 min.	12.	22 min. 40 sek.
13.	25 min. 30 sek.	13.	23 min. 15 sek.
14.	25 min. 35 sek.	14.	23 min. 50 sek.
15.	25 min. 55 sek.		

temiseks liige väheseks. Õpilased ei osanud ilma spetsiaalse juhendita oma tööd korraldada. Kui neile anti täpne eeskiri, siis jaotati tööd. Ainult viies keemia tunnis

kasutati rühmatööd. Need tunnid olid harva. Kui teistes ainetes seda õppemeetodit ei kasutata, jääb keemia tundi-
didest üksi väheseks, et õpilased õpiksid tööd jaotama.
Tööd võivad nad jaotama hakata siis, kui nad on rühma-
tööga harjunud.

Poola RV teadlase W. Okóni arvates peab rühmatööle
eelneva ettevalmistav periood. See on vajalik klassis
või koolis ühtsete nõudmiste loomiseks. Sel ajal võib
õpilasi prooviks rühmadesse jaotada ning viia läbi mõni
näitlik tund, et nad ise näeksid tulemusi.

Teises faasis, kui õpilased soovivad, võib moodustada
püsivaid rühmi. Lapsed on harjunud üksi õppima. Esimestel
kooliaastatel tuleb õpetamise pinnal luua vajadus koos-
tööks /30/.

Antud eksperiment oli 7-a klassis esimene kokkupuude
rühmatööga. Nad küll meelsasti töötasid koos, kuid tööd
jaotama ei õppinud. Antud juhul eraldi ettevalmistus töö-
jaotuseks puudus. Ilmselt oleks eksperimentaalklassis
olnud vaja õpilasi tööd jaotama õpetada. Esmalt tuleks
anda õpilastele üldine tööjuhend ja küsida õpilastelt,
kuidas nad jaotaksid antud töös olevad operatsioonid.
Siis võiks õpetaja kutsuda ühe õpilase klassi ette ja
demonstreerida õiget tööjaotust.

Antud eksperimendis rakendati rühmatööd 7-a klassis
ainult 5 laboratoorse töö tegemisel, mis jäi ilmselt
harjutamiseks väheseks.

5. Tööohutuse tagamise üldnõuded.

Konkreetset klassi, kabinetti ja muud õppetöö üksust juhtival koolitöötajal tuleb, lähtudes õpilastega tehtava töö iseloomust, hoolikalt vaagida nii ruumi kui ka entud keskkonnas tehtava töö õpilasi ohustada võivaid detaile ja rakendada tervishoiuks vajalikke organisatsioonilisi abinõusid ning tehnilisi vahendeid.

Õppetöö juhi ülesandeks on koostada ja ametiühingu komiteega kooskõlastada ohutustehnika eeskirjad ja juhendid õpilastele entud klassis, õppekabinetis ning saada nende kinnitamine direktori või tema asetäitja poolt õppealal. Eeskirjad tuleb riputada ruumis õpilastele nähtavasse kohta. Nende alusel õpetaja instrueerib õpilasi ohutustehnikas (töökohal) ning vormistab selle žurnaalis. Peale selle koostatakse ka iga töö kohta väike ohutustehnika alane meelespea, millega tuleb enne tööle asumist tutvuda. Õpetaja ülesandeks on peale instrueerimise veel pidev ohutustehnika nõuetest kinnipidamise kontroll.

Praktiliste tööde ajal on keemia kabinetis kõrvaliste isikute viibimine keelatud /36/.

Õnnetuste põhjuseks võivad olla järgmised asjaolud:

1. Õpilased on ohutustehnika nõuetest vähe teadlikud, neid ei ole piisavalt instrueeritud.
2. Töö teostamiseks on jäetud vähe ruumi.
3. Töökoha ebaõige organiseerimine.

4. Õpilaste ebapiisav reaktiividega varustamine.
5. Töökoha halb valgustus.
6. Ebadistsiplineeritud õpilased /25/.

Ohutustehnika eeskirjad üldhariduslike koolide keemia-kabinettide kohta on kehtestatud 1972.a.

Keemia kabinetis lubatakse õpilastel viibida ja töötada ainult õpetaja juhendamisel ja ainult siis, kui õpetaja on juures.

Ruumi loomuliku valgustuse koefitsient peab olema vähemalt 2. Akna eesriideid ei tule kasutada. Kunstliku valgustusena eelistatakse luminescentslampo LB-60. Temperatuur ruumis peab olema 16-18°C, õhk puhas. See tagatakse loomuliku ventilatsiooniga fragmuugide ja õhuakende abil. Nende pind peab olema vähemalt 1/50 pöranda pinnast. Üldventilatsioonil nõutav õhuvahetuskordsus on vähemalt 3.

Tervist kahjustavate gaaside ja aurude eraldumisega seotud tööd tehakse tõmbekapis, kus 15-20 cm kõrguse avakorral peab tõmme olema 0,3-0,7 m/s. Elektrilülitid paigutatakse väljepoole tõmbekappi, gaasikraanid tõmbekapi esiserva nii, et neid juhuslikult ei avataks. Kogu gaasivõrgu väljelülitamiseks kasutatakse peakraani, elektrivõrgus pealülitit.

Keemilisi reaktiive hoitakse keemia kabineti ettevalmistusruumis sellisel hulgal ja sellises korras, nagu see on eeskirjades ette nähtud. Iga reaktiivi tuleb hoida

talle ette nähtud kindlas kohas. Vedelikke hoitakse paksuseinalistes pudelites, lihviiga korgiga, tahkeid paksuseinalistes klaaspurkides, samuti keeratava korgiga.

Igal kemikaali pudelil peab olema selgelt loetav etikett. Millel seda ei ole, tuleb ära visata.

Õpilastele antakse reaktiive kätte ainult nii palju, kui katseks kulub.

Happeid, leelisi, väevliühendeid, tuleohtlikke vedelikke ega katsejääke valamusse valada ei tohi. Need kogutakse selleks eraldatud ja pealkirjastatud purkidesse. Happed ja leelised neutraliseeritakse. Neutraliseerimislahuseid (sooda, äädikhape) hoitakse keemikabinetis.

Keemia kabinetis on nõutav ka esmaabikapp /36/.

Põhilised ohutustehnika nõuded keemikabinetis töötamisel on järgmised:

1. Ei tohi teostada katseid enne vastava juhendiga tutvumist.
2. Katsete läbiviimiseks peab kasutama ainult puhtaid, kuivi ja terveid nõusid.
3. Rangelt on keelatud igasuguste reaktiivide meltsimine.
4. Kui tahetakse tutvuda ainega lõhnaga, tuleb käega õhku enda poole tõmmata.
5. Ei tohi kummarduda laboratooriumi nõude kohale, kui sinna parajasti midagi sisse valatakse.
6. Reaktiivide sattumisel nahale tuleb need eemaldada esmalt rohke veega ja seejärel neutraliseerida.

7. Eriti oluline on hoida silmi, kuna isegi väike reaktiivide kogus võib esile kutsuda pimedaks jäämise.
8. Katseklaasi, milles kuumutatakse vedelikku, tuleb suudmega endast ja kaasõpilastest eemale hoida.
9. Tahkeid aineid kuumutatakse ainult kuivades katseklaasides.
10. Tõmbekapi all töötades ei tohi kunagi pead sinna alla pista /25/.

6. Ohutustehnika laboratoorsete tööde läbiviimisel.

Et õpilastelt saaks nõuda laboratoorsete ja praktiliste tööde teostamisel ohutustehnika nõuetest kinnipidamist, tuleb neid eelnevalt selles instrueerida. Iga töö juurde on soovitatav koostada ohutustehnika meelepea. Alljärgnevalt vaatame üksikuid nõudeid, mida peab teadma praktiliste tööde sooritamisel.

Nõuded piirituslambi ja gaasipõletit käsitlemisel.

1. Piirituslambi ja gaasipõletit süüdatakse ainult tuletiku või põleva pürruga. Selleks ei tohi kunagi kasutada teist põlevat lampi või põletit.
2. Mitte lasta piiritusel lambis täielikult ära põleda, sest kui piiritust on jäänud lampi vähem kui 1/4 selle

mahust, võib leek tungida lambi sisemusse ja süüdata tekkinud piiritusaurud.

3. Piirituslambi kustutamiseks asetatakse ^{lambile} selleks ettenähtud kate.

4. Vältida piirituslambi ümberminekut või purunemist. Lauale või põrandale valgunud põlev piiritus kustutatakse kas lapi või liivaga.

5. Gaasipõleti süütamisel suletakse esmalt õhu juurdevool, seejärel süüdatakse tikk, viiakse see põleti avajuurde ning avatakse gaasikraan.

6. Gaasipõleti kustutamiseks suletakse gaasikraan /8, 26/.

Nõuded kuumutamisel.

1. Soojendatav nõu asetatakse põleti leegi ülemisse kolmandikku.

2. Vahetult põleti leegis soojendatakse ainult õhukest klaasist ja kumera põhjaga nõusid (katseklaase, ümarkolbe) ja portselanist nõusid (kausse). Lameda põhjaga nõusid (kolbe, keeduklaase) soojendatakse ainult asbestiga kaetud võrgul.

3. Katseklaasi üksikute kohtade ülekuumenemise vältimiseks liigutatakse katseklaasi põleti leegis. Katseklaas hoitakse kaldasendis nii, et tema suu oleks endast ja naabritest eemale suunatud.

4. Tähtkeid aineid kuumutatakse ainult täiesti kuivades nõudes.

5. Soojendamisel mitte puudutada katseklaasi põhjaga lambitahti, sest viimane on niiske, mille tõttu katseklaas võib kergesti puruneda.

6. Kuumi nõusid jahutatakse ainult õhu käes või asetatakse nad selleks asbestiga kaetud võrgule /8/.

7. Kuumi nõusid hoitakse tiiglitangidega, katseklaase katseklaasi hoidjaga.

8. Lahuse aurustamisel hoiduda selle väljapritsimisest.

Nõuded gaaside kogumisel.

1. Tuleb kontrollida seadme hermeetilisust.

2. Et lõpetada gaaside kogumine vee all (kui gaasid tekivad vastavate ainete kuumutamisel), on vajalik esmalt võtta gaasijuhtmatoru ots veest välja ja alles siis lõpetada kuumutamine. Vastasel korral tungib külm vesi kuuma nõusse ja see puruneb.

Töötamine reaktiividega.

1. T₉hkeid reaktiive võetakse reaktiivipurgist spaatli abil. Ühe ja sama spaatliga ei tohi võtta erinevaid reaktiive.

2. Vedelikku ei tohi katseklaasist reaktiivi sisaldavasse nõusse tagasi valada.

3. Erinevaid reaktiive sisaldavate nõude korke ei tohi segi ajada.

4. Reaktiive ei tohi maitsta.

5. Reaktiive valada nii, et silt oleks peopesa all. Pärast valamist tuleb nõu sulgeda. Pudeli välisseina

mööda alla valguvad tilgad tuleb kohe filterpaberi või lapiga ära pühkida /25/.

6. Kui on hapet sattunud nahale, tuleb seda kohta, kuhu hape sattus, esmalt veega pesta ja siis nõrga söögisooda lahusega neutraliseerida. Leelise puhul neutraliseeritakse nõrga äädikhappe lahusega.

IV. LABORATOORSE JA PRAKTILISE TÖÖ OSKUSTE JA VILUMUSTE KONTROLLI VÕIMALUSI

1. Teadmiste kontrollimise üldised põhimõtted.

Õpilaste teadmiste kontrollimine peab aitama koolil täita põhiülesannet - noori õpetada ja kasvatada. Ei saa nõustuda nendega, kes eitavad üldise teadmiste kontrolli spetsiifilist osa õppetöö korraldamisel ja püüavad seda lahustada üldises õppetöös, nähes kontrollimise ainult kordamise, teadmiste kinnistamise ning täpsustamise võtet.

Küsimus on selles, missugune osa kontrollimisele õppeprotsessis omistatakse. Õpilaste teadmiste kontrollimine täidab kahte põhilist ülesannet. Ühelt poolt aitab ta õppematerjali korrata, teadmisi kinnistada, täpsustada, süstematiseerida. Selles seisneb kontrollimise õpetav funktsioon. Kui aga kontrollimisel poleks muid ülesandeid, muutuks ta peaaegu üleaaruseks, sest kordamiseks ja kinnistamiseks võib kasutada teisi, hoopis efektiivsemaid võtteid.

Peale kordamise ja kinnistamise on õpilaste teadmiste kontrolli ülesandeks ergutada õpilasi süstemaatiliselt õppima, teha kindlaks kas ja millisel tasemel nad programmis ettenähtud materjali on omandanud, millised aineosad neile raskusi valmistavad, missugused õppeme-

todid annavad paremaid tulemusi jne. Need on kontrollimise spetsiifilised funktsioonid, mida ei täida õppeprotsessi ükski muu lüli.

Nõukogude didaktikas jagatakse õppeprotsess järgmisteks lülideks /5/:

- 1) teadmiste esmane omandamine;
- 2) teadmiste viimistlemine;
- 3) teadmiste rakendamine;
- 4) teadmiste kontrollimine.

Need etapid võivad ka läbi põimuda, kaotamata seejuures oma spetsiifilisi jooni.

Kontrollimine ühelt poolt eeldab viimistletud teadmiste olemasolu, kuid teiselt poolt aitab ta kaasa nende omandamisele ja viimistlemisele.

Üldiselt kehtib põhimõte, et kontrollitakse alles pärast seda, kui tõenäoliselt enamik õpilasi on kontrollitava materjali omandanud.

Õppimine ei saa piirduda uue materjali esmakordse omandamisega. Teadmisi tuleb viimistleda, s.o. täpsustada, kinnistada, korrata, süstematiseerida, harjutada. Ainult viimistletud, täiesti kindlalt omandatud ja varem omandatuga süsteemi viidud teadmisi saab elus edukalt rakendada.

Frontaalne küsitlemine aitab teadmisi reprodutseerida ja süsteemi viia. Suulise küsitluse korral kuulevad vastuseid ka teised õpilased ning neile kujuneb see varem õpitu kordamiseks või lünkade täitmiseks.

Sageli põimuvad harjutamine, kinnistamine ja kontrollimine nii tihedasti läbi, et ühte on raske teisest eraldada.

Õpetada saadud teadmisi rakendama on vaja sellistes õppeainetes nagu keeled, keemia, füüsika jne. Vajalikud vilumused saadakse harjutamisega. Teadmiste rakendamisel peegeldub selgesti nende omandatuse aste.

Kontrollimise õpetava funktsiooni tõhusamaks realiseerimiseks esitavad kogunud õpetajad esmajoonel selliseid ülesandeid ja küsimusi, mis nõuavad teadmiste meeldetuletamist või mehhaanilise meeldetuletamise kõrval ka aktiivset, loovat mõtlemist. Sellisel juhul paistab lünklikkus ja formalism õpilaste teadmistes kõige paremini silma.

Peale vigade ja lünkade avastamise on kontroll õppeprotsessi omaette lülina tähtis ka selle poolest, et ta sunnib õpilast õpitud teadmisi veel kord reprodutseerima, vahel isegi suurte lõikude kaupa üldistama, kokku võtma.

Kontroll on kasulik mälu ja mõtlemise arenguks. Ta võimaldab õpilasel end paremini tundma õppida ja otsustada oma jõu ning võimete üle. Kõigist operatsioonidest, mida tehakse õppimise protsessis, nõuab kontroll õpilastelt suhteliselt kõige enam iseseisvust /34/.

Õppe- ja kasvatustöö ei salli juhuslikkust. Siin peab kõik olema kindlastest põhimõtetest lähtudes ette planeeritud.

Kontrolli organiseerimisel tuleb reast põhimõtetest kinni pidada /5/.

1. Õpilaste teadmiste kontroll peab olema kavakindel ja tihe. Ebaregulaarse kontrollimise tõttu koormatakse õpilasi mõnedel perioodidel kontrollitöödega üle, muul ajal aga võimaldatakse neil õppida ilma pingeta. Õppetöö tulemused on seda paremad, mida sagedamini saavad õpetaja ja õpilane oma tegevuse tulemuste kohta informatsiooni. Kontrollimiseks tuleb kasutada selliseid meetodeid ja võtteid, mis võimaldaksid maksimaalset aja kokkuhoidu.

2. Teadmiste kontroll peab olema objektiivne. Kontrolli objektiivsus tähendab esmalt seda, et tehakse kindlaks, mil määral õpilane tegelikult teab ja oskab seda, mida ta antud momendil teadma ja oskama peaks, arvestades õppeprogramme. Kontrolli objektiivsust moonutavad "spikerdamine" ja "etteütlemine", raskendab kontrollimisega kaasnev õpilaste erutus. Et õpilased vähem närveeriks, peab õpetaja klassis kontrollimise ajal looma võimalikult rahuliku ja asjaliku tööhkkonna. Kontrollimine peab muutuma igapäevaseks.

Kontrollimise objektiivsus tähendab veel seda, et kõik õpilased asetatakse kontrollimisel võrdsesse olukorda ja kõigile antakse võrdse raskusega ülesanded. Aeglase mõtlemisega ning kergesti erutuvaid õpilasi on parem kirjalikult kontrollida.

3. Teadmiste kontroll peab olema mitmekülgne. Peamised mõtlemisoperatsioonid, mida õppeprotsessis arendatakse, on süstematiseerimine, võrdlemine, üldistamine, defineerimine jm. Kontrolliks esitatavate küsimuste juures tuleb silmas pidada, et nad ei nõuaks ainult mälu, faktiliste teadmiste reprodutseerimist, vaid ka oskust mõelda, järeldusi teha. Mida enam küsimus või ülesanne suunab õpilast mingi probleemi lahendamisele, seda selgemalt peegeldub vastuses mõtlemise tase.

4. Õpetaja poolt teostatav kontroll peab valmistama pinda enesekontrolliks.

Kui õpilaste töös esinevate lünkade ja vigade avastajaks on ainult õpetaja, jäävad õpilased kontrolli suhtes passiivseks. On hea, kui õpetaja suudab iseseisvalt vaatlema ja mõtlema õpetamise kõrval panna õpilased ise oma tööd kontrollima ja vigu parandama, s.t. huvituma oma vigade avastamisest, et neid parandada ning edaspidi vältida. Õpetaja poolt teostatava kontrolli üheks põhimõtteks peakski olema see, et õpilasi suunataks järjest enam ise ennast kontrollima.

Tuleb kasvatada õpilastes vastutustunnet oma tulemuste eest /34/.

5. Teadmiste kontroll peab aitama õppetööd seostama kasvatusega. Kontrolli oma töösidusega peab õpilased viima arusaamisele, et õppimine on nende esmane kohustus. Just kontrolli kaudu peab õpilastes juurduma arusaamine, et

õppimine on ka töö, mille eest tuleb kanda samasugust vastutust, nagu kannab iga töötaja oma tööloigu eest. Kontrollimine mõjub kasvatavalt ka sellega, et sunnib õpilasi end kokku võtma, raskusi ületama, oma aega otstarbekalt kasutama /5/.

Igas teadmiste kontrolli protsessis ilmnevad kaks kõige üldisemat seaduspärasust:

1) mida objektiivsem on kontroll, seda paremini ta täidab omandamisprotsessi juhtivat ja diagnoosivat funktsiooni;

2) mida regulaarsem on kontroll, seda paremini ta täidab oma distsiplineerivat funktsiooni.

2. Õpilaste teadmiste, oskuste ja vilumuste kontrollimine laboratoorsesel ja praktilistel töödel.

Kontrollimeetodid valitakse lähtudes õppematerjalist, mille omandatuse astet antud juhul tahetakse kontrollida.

Teadmiste kontrolli praktiliste meetodite all mõistetakse selliseid kontrollimeetodeid, kus õpilastel lastakse teha mitmeid operatsioone ainete, materjalide, seadmetega jne. /34/.

Praktilise kontrolli meetodil on kaks eesmärki:

1) kontrollida, kas õpilane oskab oma teadmisi praktikas rakendada;

2) kontrollida õpilase praktilise töö oskuste ja vilumuste taset.

Õpilaseksperimendi võib lülitada suulisse kontrolli või viia läbi laboratoorsete töödena, et kindlaks teha õpilaste oskust kasutada keemilist eksperimenti ainete ning nähtuste omaduste ja iseloomu selgitamiseks. Selliste tööde põhiliseks sisuks on eksperimentülesannete lahendamise /24/.

Organiseerides mitte ainult õpilaste mõttetgevust, vaid ka praktilist tegevust, saab kindlaks teha, kuidas õpilane oskab omandatud teadmisi praktikasse rakendada.

Praktiliste tööde läbiviimiseks ja kontrolliks on kaks vormi:

- 1) individuaalne;
- 2) frontaalne.

Mõlema vormi puhul saab õpetaja kontrollida, kuidas õpilased oskavad oma teadmisi praktikas rakendada, kuid praktilise töö oskuste ja vilumuste taset põhiliselt ainult individuaalse tööga.

Frontaalse praktilise kontrolli puhul töötab kogu klass samaaegselt õpetaja kirjaliku või suulise juhendi järgi. Frontaalse praktilise kontrolli skeem on järgmine: õpetaja annab klassile eksperimentülesande koos suulise või kirjaliku instruksiooniga ülesande täitmise kohta. Täitnud ülesande, koostavad õpilased kirjaliku aruande, kui on vaja, lisavad ka katseseadme joonise. Õpetaja jälgib töö käiku ning oma tähelepanekute ja õpilaste kirjalike aruannete põhjal paneb õpilastele hinded.

Antud kontrolli vormi väärtus seisneb selles, et ta on lähedane kirjalikule ja graafilisele kontrolli meetodile ning võimaldab ühes tunnis kontrollida kogu klassi õpilaste teadmisi. Aga teises mõttes on see mitte efektiivne. Kuna meil on tavaliselt suured klassid, puudub vahetu elav kontakt õpilase ja õpetaja vahel. Õpetaja ei suuda jälgida iga õpilase mõtteid ja tegevust. Seega ei ole võimalik kontrollida ka õpilaste praktilise tööskuste ja vilumuste taset. Enamiku õpilaste puhul on hindamise aluseks ainult kirjalik töö. Frontaalse praktilise kontrolli puhul on vaja palju katsevahendeid ja reaktiive.

Individuealse praktilise kontrolli läbiviimisel on nõutav minimaalne hulk reaktiive ja katseseadmeid. Kontroll seisneb selles, et vastama kutsutud õpilane täidab talle antud ülesande ning annab oma töö kohta suulise seletuse, opereerides varem omandatud teadmistega. Kaaslased jälgivad vastaja tegevust ja seletusi, kui on vaja, parandavad. Sellise kontrolli vormi suur eelis on selles, et kogu töö ajal on õpetaja õpilasega vahetus elavas kontaktis ning võib jälgida õpilase mõttekäiku ja praktilist tegevust. Seepärast ongi peale teadmiste rakendamise kontrolli võimalik kindlaks teha ka õpilase oskuste ja vilumuste tase. Selline kontroll on sarnane individuealse suulise kontrolliga. Individuealne kontroll ei ole ajaliselts ökonoomne. Selliseks kontrolliks tuleb valida kõige kergemad ja vähem aega nõudvad praktilised tööd.

Õpilaste praktilise töö oskuste ja vilumuste taset saab õpetaja kontrollida ühe õpilase kaupa. Kui aga klass on väga suur, ei jõua ta seda teha, sest nii kuluks palju aega. Et aega kokku hoida, kasutatakse frontaalset kontrolli, mille läbiviimiseks tuleb klass jaotada kahte rühma. Ühele rühmale antakse praktiline töö, teisele kirjalik. Tunni teisel poolel osad vahetatakse. Kui rühmades on palju õpilasi, on vaja nende hulgast valida mõned (parem on erineva tasemelised) ja ainult nende tööd eriti täpselt jälgida. Jälgides erineva tasemega õpilaste tööd, saab õpetaja ettekujutuse kogu klassi tasemest /34/.

Teadmiste praktiline kontroll aitab õpilastes välja kujundada õiget arusaamist sellest, et teoreetiliselt omandatud teadmisi peavad nad oskama rekendada eluliste, praktiliste küsimuste lahendamiseks, et just elust eduka osavõtu tagamiseks nad omandavad teatud hulga teadmisi /24/.

3. Testide kasutamine laboratoorse ja praktilise töö oskuste ning vilumuste kontrollil

Laboratoorsete töödega kontrollitakse:

- 1) üldist töö sooritamise oskust;
- 2) iga üksiku töövõtte sooritamist;
- 3) oskust kasutada oma teadmisi praktikas.

Kontrolli võib läbi viia frontaalselt või individuaalselt. Kuid mõlemal meetodil on oma puudused. Frontaalse

kontrolliga saadakse ainult ülevaade õpilase oskusest kasutada oma teadmisi praktikas. Kuna meil on tavaliselt koolides suured klassid, ei jõua õpetaja jälgida iga üksiku õpilase töö- ja mõttekäiku. Individuaalse kontrolliga tehakse kindlaks peale õpilase oskuse kasutada oma teadmisi praktikas ka praktilise töö oskuste ja vilumuste tase. Meetod on aga väga aeganõudev ja õpetajal võib terve klassi kontrolliks kuluda isegi paar õppeveerandit.

Laboratoorse ja praktilise tööde kontroll on aga väga oluline. Ilma selleta

1) ei kontrollita laboratoorse ja praktilise töö oskusi ning vilumusi ei koolis ega ka sisseastumiseksameil,

2) ei saa koole omavahel võrrelda, kuna selleks puudub igasugune alus, mistõttu ka õpetajad suhtuvad laboratoorsesse ja praktilistesse töödese lohakalt.

Seepärast kerkibki üles vajadus leida paremaid kontrolli võimalusi, mille abil oleks võimalik lühikese ajaga kontrollida palju õpilasi. Üheks selliseks võimaluseks on testide kasutamine.

Test on küsimuste ja ülesannete süsteem või seeria, millele saab vastata lühidalt mõne tähe, sõna, numbriga juurdekirjutamise või allakriipsutamise teel /10, 27/.

Testi eeliseks on kogu klassi teadmiste kontrollimine tunduvalt lühema ajaga, kui seda võimaldaks mõni muu kontrollivõtte. Ta vabastab õpilase kirjutamisest ja nõuab ainult seda, mis on oluline. 1 minuti jooksul võib 5.-7. klassi õpilane vastata 5-10 küsimusele.

Testi koostamisel lähtutakse programmist ja õpikust ning jäetakse välja kõik küsimused, mille vastamiseks õpilasel objektiivsed eeldused puuduvad /5/.

Turatakse mitmeid testide liigitusi. Järgnevalt toome neist ühe. Teste jaotatakse /27/:

- 1) meenutamistest;
- 2) lünktest;
- 3) õige-väärtest;
- 4) valiktest;
- 5) kõrvufamis test;
- 6) loendustest;
- 7) rühmitamistest.

Keemia laboratoorsesel tööl võib kasutada testi üksikute tööoperatsioonide õige järjekorra kontrolliks. Testi tulemustest ei ole näha, kuidas õpilane üksikuid töövõtteid praktiliselt sooritab, kas ta teeb vigu. Küll aga võimaldab test kiiresti teada saada, kas õpilased oskavad teatud põhilisi operatsioone õigesti järjekorda panna ning kas tal on tööst õiget ettekujutust. Seega selle kontrolli meetodiga saab kindlaks teha õpilaste oskust korraldada õigesti praktilist tööd ning üksikuid tööoperatsioone õigesti järjestada, kuid mitte laboratoorse töö oskuste ja vilumuste taset.

Test peaks olema lühike ja ülevaatlik. Laboratoorse töö operatsioonide järjekorra kontrolliks võib koostada üldisemaid ja konkreetsemaid teste. Üldisemad testid koostatakse laboratoorse töö juhendi põhjal, konkreetsemad aga

ainult ühe kindla tööoperatsiooni kohta juhendis.

Näiteks 7. klassi keemiakursuses on ühe laboratoorse tööna ette nähtud keedusoola puhastamine ja ümberkristalliseerimine. Üldise testi saab koostada terve tööjuhendi põhjal ning sellega on võimalik kontrollida õpilase teraviklikku ettekujutust antud tööst. Selles laboratoorses töös on aga kaks olulist töövõtet - aurustamine ja filtreerimine. Ka nende kahe töövõtte kohta on võimalik testid koostada. Seega üldine test haarab kogu töö, konkreetne ainult üksiku töövõtte.

Test 1.

Laboratoorne töö "Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel."

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras Sa praktiliselt ise neid operatsioone teeksid.

- (...) Valmistada filter.
- (...) Võtta liiva ja keedusoola segu (1/4 katseklaasi mahust).
- (...) Asetada lehter statiivirõngasse.
- (...) Niisutada filtrit.
- (...) Asetada filter lehtrisse.
- (...) Velada klaaspulga abil kogu valmistatud lahus filtrile.
- (...) Asetada lehtri alla keeduklaas.

- (...) Süüdata piirituslamp (gaasipöletti).
- (...) Valada filtraat keeduklaasist portselankaussi.
- (...) Aurustada lahust, kuni tekivad keedusoola kristallid.
- (...) Valada vähehaaval segule vett, kuni kogu keedusool on lahustunud.
- (...) Asetada statiivirõngale asbestvõrk ja sellele portselankauss.

Test 2.

Laboratoorne töö "Filtreerimine".

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras sa praktiliselt ise neid operatsioone teeksid.

- (...) Võtta klaaspulk.
- (...) Asetada filter lehtrisse.
- (...) Kinnitada rõngas statiivile.
- (...) Võtta filterpaber.
- (...) Valada klaaspulga abil kogu filtreeritav lahust filtrile.
- (...) Asetada lehtri alla keeduklaas.
- (...) Valada niisutamiseks filtrile veidi vett.
- (...) Asetada lehter statiivirõngasse.
- (...) Valmistada filter.

Test 3.

Laboratoorne töö "Aurustamine".

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras Sa praktiliselt ise neid operatsioone teeksid.

- (...) Süüdata piirituslamp (gaasipõleti).
- (...) Asetada portselankauss asbestvõrgule.
- (...) Asetada asbestvõrk statiivirõngale.
- (...) Kustutada piirituslamp (gaasipõleti).
- (...) Kinnitada rõngas statiivile.
- (...) Kuumutada lahust, kuni vedelik on surustunud.
- (...) Valada lahus portselankaussi.

Testi koostamisel on 4 etappi /9/:

- 1) testi planeerimine,
- 2) testi koostamine,
- 3) testi katsetamine,
- 4) testi töötlemine.

Testi planeerimisel tuleb arvestada kontrollida tahetava aine iseloomu ja aine õpetamise eesmärke, testi kasutamise otstarvet ning selle rakendamise tingimusi. Peale selle tuleb silmas püüda ka testi täitmiseks või küsimustele vastamiseks kulutatavat aega, testitavate vanust ning varasemaid kogemusi testide täitmisel.

Käesolevas töös koostatud testidega taheti kontrollida õpilaste oskust korraldada õigesti laboratoorset tööd ning üksikuid tööoperatsioone õigesti järjestada. Et õpilased teaksid, mida nad tegema peavad, kirjutati testi algusesse

Ülesanne. Antud juhul pidid nad iga operatsiooni ette sulgudesse kirjutama selle operatsiooni õige järjekorra numbrit, millises järjekorras nad ise praktiliselt neid operatsioone teeksid.

Test 4.

Laboratoorne töö "Kaaliumpermanganaadi lagundamine."

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras sa praktiliselt ise neid operatsioone teeksid.

- (.5.) Täita 2. katseklaas veega.
- (.3.) Kinnitada 1. katseklaas statiivile väikese nurga all horisontaalasendi suhtes.
- (.8.) Pista gaasijuhtetoru 2. ots veega täidetud katseklaasi.
- (.10.) Kuumutada kaaliumpermanganaadiga katseklaasi.
- (.2.) Sulgeda 1. katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
- (.13.) Sulgeda katseklaas vee all pöidlaga ja tõsta veest välja.
- (.7.) Keerata veega täidetud katseklaasil põhi üles ja viia katseklaasi suu vee alla.
- (.1.) Püistata 1. katseklaasi veidi kaaliumpermanganaati.
- (.12.) Kustutada piirituslamp.
- (.4.) Täita kristallisator veega.
- (.9.) Süüdata piirituslamp.
- (.6.) Asetada pöial katseklaasile.

(.11) Kui katseklaasist on kogu vesi välja tõrjutud, võtta gaasijuhtetoru ots hapnikuga täidetud katseklaasist välja ja asetada lauale.

Laboratoorse töö sooritamise oskuse kontrolliks koostati 7 testi, neist 5 üldisemat ja 2 konkreetsemat.

1. Aurustamine (7 operatsiooni).
2. Kaaliumpermanganaadi lagundamine (13 operatsiooni).
3. Filtreerimine (9 operatsiooni).
4. Vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine. (11 operatsiooni).
5. Vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest (7 operatsiooni).
6. Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel (12 operatsiooni).
7. Neutralisatsioonireaktsioon (10 operatsiooni).

Neist aurustamise ja filtreerimise kohta koostatud testid on konkreetsemad, ülejäänud aga üldisemad üksikute laboratoorsete tööde kohta.

Eesmärgiga uurida, kas seda liiki testid on üldse sobivad laboratoorsete tööde kontrolliks ning et leida testide vaaliidsust ja reliaablust, viidi testid läbi kolmes koolis kokku üheksas klassis. Koos sellega oli võimalik võrrelda testi tulemusi õpilaste eelneva ettevalmistuse tasemega.

Testid viidi läbi Nõo Keskkooli 7-a klassis, Tartu 1. Keskkooli 7-a ja 7-b klassis ning Tartu 2. Keskkooli 7-a, 7-b, 8-b, 9-b, 10-a ja 11-a klassis. Kokku täitis teste 276 õpilast. Iga õpilane täitis korraka kaks testi.

Selleks anti aega neliteist minutit. Et kõigil õpilastel oleks enam-vähem võrdne koormus, jaotati testid järgmiselt:

1. Aurustamine.

Kaaliumpermenganaadi lagundamine.

2. Filtreerimine.

Vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine.

3. Vase väljeterjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest.

Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel.

Iga kord tehti ühes klassis seega 6 erinevat testi. Kolme variandi kasutamisega vähenes õpilastel ka mahakirjutamise võimalus. Reliaabluse määramiseks täideti osa teste 2 korda. Kahe testimise vaheline aeg oli üks nädal. Testid viidi läbi esimese ja teise tunni esimese 20 minuti jooksul, välja arvatud 11. klass. Tundi viis läbi oma keemiaõpetaja.

Kõigepealt teatati õpilastele ülesande eesmärk, anti õpilastele lühike informatsioon, kusjuures märgiti ära ka testi täitmiseks lubatud aeg. Informatsioon oli kõikides klassides ühesugune. Seejärel jaotati igale õpilasele kaks testi, mis asetati õpilase ette lauale tagaküljega ülespoole. Kui kõigil oli töö käes, võisid õpilased teste täitma esuda. Õpetaja võttis stopperiga aega. Kui aega oli jäänud viis minutit, teatati aeg. 14 minuti möödudes lõpetasid kõik töö ning õpetaja korjas testid kokku.

Iga testi kontrollimisel võeti aluseks kindel põhjendatud tööoperatsioonide järjekord. Kui oli võimalik operatsioone järjestada kahel viisil, loeti mõlemad õigeks.

Koostati tabel, kus võrreldi õpilase järjekorda tegeliku järjekorraga. Selleks kirjutati välja operatsioonide järjekorra numbrid ühest alates, mis ühtlasi tähistasid ka õpilaste poolt antud järjekorra numbreid. Iga õpilase nime järel kirjutati tema järjekorrale vastavad tegeliku järjekorra numbrid. (Vt. tabel 2).

Tabel 2.

Laboratoorse töö "Aurustamine" kohta koostatud järjekorratesti esmakordsel täitmisel saadud tulemused.

(Nõo Keskkooli 7-a klass)

Jrk. nr.	Õpilaste nimed	Õpilaste poolt valitud järjekorra numritele vastavad tegeliku järjekorra numbrid						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Rebane	3	4	1	2	5	6	7
2.	Jögi	1	2	4	3	5	6	7
3.	Arus	3	4	2	1	5	6	7
4.	Rosenberg	5	3	4	1	2	6	7
5.	Rosenfeldt	3	4	5	6	7	2	1
6.	Vipp	3	4	2	1	5	6	7
7.	Raud	3	5	4	2	1	6	7
8.	Raudsepp	1	3	4	2	5	6	7
9.	Järve	3	1	2	4	5	6	7
10.	Rätsepp	4	1	2	5	6	7	3
11.	Lauga	4	3	5	2	1	6	7
12.	Brett	3	1	2	4	5	6	7

Et erinevate õpilaste töid võrrelda, leiti iga õpilase eksimuste arv testi täitmisel. Kui õpilase poolt antud jär-

jekorra numbris ei ühtinud tegeliku järjekorra numbritega, loeti see veaks. Kui aga õpilasel olid operatsioonid õiges järjekorras, kuid tegeliku järjekorra suhtes nihutatud, loeti see üheks veaks (vt. tabel 3).

Tabel 3.

Laboratoorse töö "Aurustamine" kohta koostatud järjekorratesti teistkordsel täitmisel saadud tulemused.

(Nõo Keskkool 7-a klass).

Jrk. nr.	Õpilaste nimed	Õpilaste poolt valitud järjekorra- numbritele vastavad tegeliku jär- jekorra numbrid							Eksi- müste arv testi täit- misel
		1	2	3	4	5	6	7	
1.	Rebane	1	2	4	3	5	6	7	2
2.	Jögi	1	2	4	3	5	6	7	2
3.	Arus	1	2	4	3	5	6	7	2
4.	Rosenberg	1	4	2	5	6	7	3	4
5.	Rosenfeldt	3	4	1	2	5	6	7	2
6.	Vipp	3	1	2	4	5	6	7	0
7.	Raud	1	2	3	4	5	6	7	0
8.	Raudsepp	3	4	2	1	5	6	7	3
9.	Järve	1	2	3	4	5	6	7	0
10.	Rätsepp	3	2	4	1	5	6	7	3
11.	Lauga	4	1	2	3	5	6	7	2
12.	Brett	3	1	2	4	5	6	7	0

Tabelist on näha, et õpilane Rosenberg tegi aurustamise testis neli viga:

Õpilase järjekord:	1	2	3	4	5	6	7	
Tegelik operatsioonide järjekord	1	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>3</u>	kokku
		viga	viga	viga	viga	viga	viga	4 viga
				viga				

Siit on näha, et õpilane kirjutas teiseks tegelikult neljandana tehtava operatsiooni (1 viga), kolmandaks teisena tehtava operatsiooni (1 viga). Operatsioone 5, 6, 7 on õiges järjekorras, kuid õige järjekorra suhtes nihutatud (1 viga). Õpilane kirjutas seitsmendaks kolmandana tehtava operatsiooni (1 viga). Kokku tulebki 4 viga.

Aurustamise testis on võimalik kaks õiget operatsioonide järjekorda.

- A. 1. Valada lahus portselankaussi.
- 2. Kinnitada rõngas statiivile.
- 3. Asetada asbestvõrk statiivirõngale jne.
- B. 1. Kinnitada rõngas statiivile.
- 2. Asetada asbestvõrk statiivrõngale.
- 3. Valada lahus portselankaussi jne.

Mõlemad järjekorrad loeti õigeks.

Nii leiti iga õpilase eksimuse arv ning koostati kokkuvõtlik tabel (vt. lisa 3).

Et oleks võimalik erinevate klasside tulemusi, samuti erinevate koolide tulemusi omavahel võrrelda, koostati tabel, kus iga testi puhul on märgitud klassi keskmine eksimuste arv (vt. tabel 4, lk. 72).

Tabel 4.

Erinevates klassides testide täitmisel tehtud keskmine eksimuste arv.

Jrk.Klass nr.	Keskmine eksimuste arv erinevate testide puhul													
	Aurustamine $KMnO_4$		$(CuOH)_2CO_3$		Filtreerimine		Vase väl- jätõrjumine		NaCl		Neutrelis- atsioonir.			
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.		
1. Nõo KK. 7-a	2,7	1,7	9,8	8,9	5,1	5,6	6,2	5,7						
2. Tartu I.KK.7-a	1,8	1,3	8,4	7,4	5,4	5,3	5,1	5,1	1,7		6,0			
3. Tartu I.KK.7-b	1,4	1,1	9,8	6,7	4,2	3,6	5,0	4,7	3,1		6,3			
4. Tartu II.KK.7a	1,8		7,4		5,5		4,8		3,5	2,0	4,6	3,2		
5. Tartu 2.KK.7-a	1,3		4,9		2,7		4,6		2,0	2,0	5,6	3,8	1,3	1,7
6. Tartu 2.KK.8-b	1,7		7,8		4,7		3,6		2,5		4,3			
7. Tartu 2.KK.9-b	0,5		3,5		4,0		2,4		2,8		5,0			
8. Tartu 2.KK.10-a	0,9		6,3		3,0		2,9		2,5		2,6			
9. Tartu 2.KK.11-a	1,6		9,9		4,1		3,7		4,0		7,5			

2. test läbi viidud reliaabluse kontrolliks.

Tabelist on näha, et seitsmendatest klassidest oli kõige vähem vigu T_grtu 2. Keskkooli 7-b klassis. Võrreldes tulemusi 7.-11. klassini, kahe kõige keerulisema testi (kaesiumpermenganaadi lagundamine ja vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine) täitmisel oli jällegi kõige parem T_grtu 2. Keskkooli 7-b klass. Selliseid tulemusi võib seletada õpilaste üldise ettevalmistatusega, samuti sellega, kuidas on koolis laboratoorseid töid läbi viidud.

11. klass sai halvad tulemused. Aga nemad täitsid teste 7. tunni ajal, kusjuures teistes klassides viidi testid läbi 1. või 2. tunnis.

Klassi keskmist vigade arvu seitsmendates klassides võrreldi õpilaste üldise ettevalmistusega ning sellega, kuidas klassis oli organiseeritud laboratoorse tööde läbiviimine. Nõo Keskkooli 7-a klassis olid õpilased kogu õppeaasta jooksul teinud ainult ühe laboratoorse töö. Selle töö kohta testi ei olnud. Töö viidi läbi õpetaja suulise juhendi alusel. Tartu 1. Keskkoolis arutati töö esmalt koos õpetajaga läbi, siis kirjutas õpetaja skeemi tahvlile ning õpilased sooritasid katsed. 1. Keskkoolis oli seitsmendates klassides testi läbiviimise ajaks tehtud 11 laboratoorset tööd. Testides antud töödest ei olnud tehtud vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamist. Lagunemisreaktsiooni uurisid õpilased elavhõbeoksiidi näitel.

Tartu 2. Keskkooli 7-a klassis oli tehtud 5 laboratoorset tööd tööjaotusega juhendite alusel, 7-b klassis sama

palju töid järjekorraga juhendite järgi.

Selgus, et koolides, kus oli laboratoorseid töid rohkem tehtud, olid testide tulemused paremad (Tartu 1. ja 2. Keskkooli seitsmenda klassid võrreldes Nõo Keskkooli 7-a klassiga). Tulemused sõltusid ka laboratoorsete tööde organiseerimisest. Tartu 1. Keskkoolis tehti küll rohkem töid, kuid võrreldes Tartu 2. Keskkooli 7-b klassiga, olid seal testide tulemused halvemad. Järelikult aitab õpilastel tööst õiget ettekujutust saada vastav tööjuhend ning sellise eeskirja järgi harjutamisel on tulemused paremad.

Tartu 2. Keskkooli 7-a klass tegi laboratoorseid töid jaotusega juhendi järgi. Nendel on testide tulemused halvad, kuid siiski paremad. Nõo Keskkooli 7-a klassist. Ilmselt tööjaotusega juhend ei anna õpilastele kogu tööst teraviklikku ettekujutust. Esmalt oleks tulnud õpilastele anda üldine juhend. See oleks andnud ülevaate kogu tööst ning seejärel lasta õpilastel töö teha tööjaotusega juhendi järgi.

Kontrollimisel selgus, et ühe töövõtte täitmisest filtreerimise testis ei saa õpilased aru, sest see oli ebaselgelt sõnastatud. 8.-11. klassi õpilased täitsid perandatud testi. Selle testi tulemuste põhjal ei saa seitsmendaid klasse vanemate klassidega võrrelda.

Need kuus testi, millest eespool juttu oli, viidi läbi neljandal õppeveerandil, kusjuures vastavad laboratoorsed tööd tehti esimese kolme õppeveerandi jooksul. Neutralisat-

sioonireaktsiooni kohta koostatud test täideti aga vahetult pärast laboratoorset tööd Tartu 2. Keskkooli 7-b klassis. Laboratoorse töö tegid õpilased üldise tööjuhendi järgi. Kohe pärast tööd täideti test. Teistes klassides seda testi läbi viidud ei ole. Testi korratati nädal hiljem. Kui tavaliselt teisel korral täidetakse test paremini, siis siin tehti halvemini. Võib arvata, et esimesel korral avaldas mõju ka tööjuhend, mis on õpilastel veel värskelt meeles.

Pesle järjekorra testide koostati testid tööjaotuse oskuse kontrolliks. Võrreldes järjekorra testidega, olid need pikemad. Testid koostati lähtudes tööjaotusega juhenditest. Testis pandi operatsioonid õigesse järjekorda ning kirjutati need üksteise alla. Testi alguses oli antud seletus mida ja kuidas teha.

Test 5.

Laboratoorne töö "Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel."

Seletus: Kui oleks vaja järgmine laboratoorne töö teostada kahekesi, missugused järgmistest operatsioonidest teeksid koos kaaslasega, millised kaaslasega paralleelselt, et tööga kiiremini valmis saada? Operatsioonide jrk.nr-d, mida sa ise teeksid, kirjuta vasakule, operatsioonide jrk.nr-d, mida teeb kaaslane sinuga samaaegselt, kirjuta paremale. Koos tehtavate operatsioonide jrk.nr-id kirjuta keskele.

1. Võtta liiva ja keedusoola segu (1/4 katseklaasi mahust).

2. Valada vähehaaval segule vett ja segada kuni kogu keedusool on lahustunud.
3. Võtta filterpaber.
4. Valmistada filter.
5. Asetada filter lehtrisse.
6. Niisutada filtrit.
7. Asetada lehter statiivirõngasse.
8. Asetada lehtri alla keeduklaas.
9. Valada klaaspulga abil kogu valmistatud lahus filtrile.
10. Valada filtraat keeduklaasist portselankaussi.
11. Asetada statiivirõngale asbestvõrk ja sellele portselan-kauss.
12. Süüdata piirituselamp (gaasipõleti).
13. Aurustada lahust, kuni tekivad keedusoola kristallid.
14. Kustutada põleti.

Sellised testid koostati järgmiste laboratoorsete tööde kohta:

- 1) vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine;
- 2) keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel;
- 3) vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest;
- 4) hapniku saamine ja töestamine;
- 5) vesiniku saamine ja reaktsiooniproductide töestamine;
- 6) neutralisatsioonireaktsioon.

Testide eesmärgiks oli kontrollida, kas Tartu 2. Kesk-
kooli 7-a klass on õppinud tööd jaotama ning võrrelda selle
klassi õpilaste tööjaotust paralleelklassi õpilaste omaga.

Selliste testidega saab kontrollida nende õpilaste tööjaotuse oskust, kes on harjunud laboratoorseid ja praktilisi töid tegema rühmatöö vormis.

Praktiliselt viidi läbi test neutralisatsioonireaktsiooni kohta. Tööjaotusega testi täitsid Tartu 2. Keskkooli 7-a ja 7-b klassi õpilased. 7-a klassis viidi test läbi 2 korda - esmakordselt kohe pärast vastavat laboratoorset tööd, teistkordselt nädal hiljem. 7-b klassis täideti sama test 3 nädalat pärast vastava laboratoorse töö tegemist. Testi täitmiseks anti aega 10 minutit. Esmalt seletati õpilastele, mida tuleb teha, seejärel jaotati testid. Tööd alustasid kõik korraga. Tunni viis läbi vastava klassi keemiaõpetaja.

Õpilaste poolt antud tööjaotust võrreldi optimaalse tööjaotusega. Selleks koostati tabel (vt. tabel 5, lk. 78).

Tabelis toodud operatsioonide järjekorra numbritele vastavad testis olevate operatsioonide järjekorra numbrid.

Test 6.

Laboratoorne töö "Neutralisatsioonireaktsioon."

Seletus: K_{11} oleks vaja järgmine laboratoorne töö teostada kahekesi, missugused järgmistest operatsioonidest teeksid koos kaaslasega, millised kaaslasega paralleelselt, et tööga kiiremini valmis saada?

Operatsioonide jrk.nr-d, mida sa ise teed, kirjuta vasakule, operatsioonide jrk. nr-d, mida teeb kaaslane sinuga samaaegselt, kirjuta paremale.

Tabel 5.

Laboratoorse töö "Neutralisatsioonireaktsioon" kohta koostatud tööjaotuse testi täitmisel saadud tulemused. (Tartu 2. Keskkooli 7-a klass).

Operatsioonide jrk.nr.-d	Õpilaste poolt antud rühmasisene tööoperatsioonide jaotus.																			Eksimus- te arv
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Õpilaste nimed																				
Põllumaa	2	2	2	1	1	k	1	1	2	k	2	1	k	1	1	2	1/2	k	1	7
Reintam	2	2	1	1	2	2	1	-	1	1	1	2	k	1	2	2	1	1	2	13
Tammera	1	1	1	2	2	k	2	2	1	k	1	2	k	2	1	1	-	k	1	9
Martson	1	1	1	1	2	2	2	k	1	2	k	k	k	1	2	1	-	2/k	k	7
Kiik	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	k	k	1	2	1	2	k	1	6
Lutsar	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	k	k	1	2	1	2	k	2	12
Võrse	1	2	1	2	1	2	1	2	1	k	k	2	k	1/k	2	1	2	k	2	10
Pedel	1	2	2	1	1	k	2	1	2	1	k	1	k	2	1	2	1	k	2	11
Gross	1	2	1	2	1	2	1	2	k	k	1	k	k	k	k	1	2	-	2/k	10
Tumala	1	1	2	2	1	2	2	2	k	k	k	k	k	1	2	1	-	k/1	2	9
Arro	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	k	2	1	2	1	k	k	10
Liliv	1	2	1	2	1	2	1	2	k	k	1	2	k	k	k	-	k	k	k	10
Saar	1	2	2	1	2	k	1	2	1	1	2	2	k	1	2	k	k	1	2	13
Lind	1	2	1	k	2	1	1	2	1	2	1	1	k	2	1	2	2	2	1	12
Kriibi	k	1	2	1	2	k	2	1	2	1	2	k	-	-	-	k	1	2	1	13
Kirotar	1	1	2	1	2	k	1	1	2	1	2	2	1	k	2	2	-	-	-	14
Teeveer	1	2	1	2	-	k	1	1	1	2	1	2	k	1	2	1	2	k	1	13
Lode	1	2	1	2	1	1/2	1	2	1	2	1	2	k	1	2	1	2	k	1	12
Timotheus	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	k	1	2	1	2	k	2	10
Unt	2	1	1	2	2	k	1	2	1	2	k	2	k	1	2	1	2	k	1	11
Jüriado	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	k	k	2	1	2	2	k	1	11
Kerge	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	13
Mertens	1	2	1	2	1	2	1	2	k	k	2	1	k	2	1	-	2	k	1	10
Vaht	1	2	1	2	1	2	1	2	k	k	2	1	k	2	1	-	2	k	1	10
Kangur	1	2	2	k	k	1	1	1	k	2	1	1	1	k	2	2	k	k	1	15
Vesman	2	2	1	1	2	2	1	-	1	1	2	1	k	2	2	-	1	2	2	12
Punnar	1	2	k	2	k	-	1	1	1	1	2	2	-	1	2	-	1	2	2	17
Kasemaa	1	1	k	k	k	k	1	k	1	k	1	k	1	1	k	1	k	1	k	13
Optimaalne tööjaotus	1	1	1	1	2	2	2	2	k	k	k	k	k	1	1	2	2	k	k	

Koos tehtavate operatsioonide jrk.nr-id
kirjutada keskele.

1. Kinnitada bürett statiivile.
2. Täita bürett naatriumhüdroksiidi lahusega.
3. Lasta büretist osa lahust välja, et õhku büreti otsast välja tõrjuda.
4. Täita bürett uuesti naatriumhüdroksiidi lahusega.
5. Valada mõõtsilindrisse 10 ml soolhapet.
6. Kontrollida, kas kaaslase silmad on vedeliku nivooga ühel kõrgusel, kui ta seab büretis vedeliku nivood nulli.
7. Valada 10 ml soolhapet koonilisse kolbi.
8. Lisada happe lahusele koonilises kolvis veidi indikaatorit, kuni tekib roosa värvus.
9. Lasta büretist koonilisse kolbi vähehaaval leelise lahust.
10. Kogu neutralisatsiooni ajal segada koonilises kolvis olevat lahust.
11. Lisada naatriumhüdroksiidi lahust kuni violetse värvuse tekkimiseni.
12. Lugea büretilt, kui palju naatriumhüdroksiidi lahust kulub kogu võetud happe neutraliseerimiseks.
13. Kirjutada andmed vihikusse.
14. Valada saadud hästi segatud lahusest osa portselankaussi.
15. Süüdata piirituslamp.
16. Asetada asbestvõrk statiivirõngale.
17. Asetada asbestvõrgule portselankauss lahusega.
18. Kuumutada lahust kuni kogu vedelik on aurustunud.
19. Kustutada piirituslamp.

Tabelis olevad tähised:

- 1 - 1. õpilase poolt tehtavad operatsioonid.
- 2 - 2. õpilase poolt tehtavad operatsioonid.
- k - koos tehtavad operatsioonid.

Tabeli ell on antud optimaalne tööjaotus.

Leiti iga õpilase eksimuste arv. Näiteks Tartu 2. Kesk-
kooli 7-a klassi õpilane Põllumaa on jaotunud töö õpilaste
vahel järgmiselt:

Järjekorra numbrid	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;...
Õpilase tööjaotus	2 2 2 1 1 k 1 1 2 k 2 1 k 1 1 2...
Optimaalne tööjaotus	1 1 1 1 2 2 2 2 k k k k k 1 1 2...

- tähistab viga.

Optimaalse tööjaotuse leidmisel on see õpilane teinud viis viga.

Esimese kolme operatsiooni puhul õpilase numbrid ei ühti optimaalses järjekorras antud numbritega, kuid oluline on siin see, et need teeb üks õpilane. Neljandat operatsiooni peab tegema sama õpilane, kes teeb esimesed kolm operatsiooni (1 viga). Kuendat operatsiooni peaks tegema üks õpilastest, sest üks õpilane saab kontrollida teise õpilase silmade õiget asendit (1 viga). Üheksas, üheteistkümnes ja kaheteistkümnes operatsioon sooritatakse koos, mitte eraldi (3 viga).

Et kahte klassi võrrelda, leiti kummagi klassi keskmine eksimuste arv. 7-a klassis oli see 11,18, 7-b klassis 11,26.

7-a klassis sama testi kordamisel saadi keskmiselt 9,92 eksimust (tabelid lises 3).

Võis arvata, et 7-a klass saab paremad tulemused, kuna nemed tegid laboratoorseid töid tööjaotusega juhendite järgi. Kuid vahe testi esimesel täitmisel saadud tulemuste vahel on ainult 0,08. Võrreldes klasside reaallainete keskmisi hindaid, on need 7-a klassis 3,86 ja 7-b klassis 3,69. Siit on näha, et 7-a klass on veidi parem.

Tööjaotusega testis on 7-a klassis maksimaalselt 17 ja minimaalselt 6 viga, 7-b klassis vastavalt 15 ja 9 viga.

Nagu praktiliste tööde, nii ka testide põhjal võib järeldada, et 7-a klassi õpilased veel iseseisvalt tööd jaotada ei oska.

4. Testide sobivuse kontrollimine.

Õigesti koostatud testide tulemused on objektiivsed, usaldatavad, neid on võimalik võrdlemisi hästi statistiliselt töödelda.

Et head testi saada, peab uurija tundma testi puudusi. Ebaõige vastuse põhjuseks võivad olla mitte ainult lüngad õpilase teadmistes, aga ka halvasti sõnastatud küsimused. Ei ole võimalik välja selgitada, kuidas õpilane leidis vastuse, kas juhuslikult või loogilise mõtlemise teel.

Testidel ja kontrolltöödel, mida kasutatakse pedagoogili-

ses uurimistöös, peavad olema järgmised omadused /27/:

- 1) objektiivsus;
- 2) valiidsus;
- 3) reliaablus;
- 4) diagnoosiv väärtus;
- 5) küsimuste ja tulemuste võrreldavus;
- 6) on kergesti praktikas kasutatavad.

4.1. Objektiivsus. Testide puhul on põhiliseks nõudeks tulemuste hindamise objektiivsus. Tulemused ei või sõltuda koostaja isiksusest. Testis tuleb vastus lugeda kas õigeks või ebaõigeks. Küsimused koostatakse nii, et igale neist saab olla ainult üks õige vastus. Tuleb silmas pida, et objektiivsuse alla kuuluvad ka võrdsed testide läbiviimise tingimused /27/.

Käesolevas töös koostatud laboratoorse töö operatsioonide järjekorra testid erinevad tavalistest testidest, sest siin moodustavad küsimused nagu ühtse terviku. Ülhjuul võib igale testi küsimusele anda ainult ühe õige vastuse, kuid antud testide puhul on võimalikud ka kaks õiget vastust.

Näiteks neutralisatsioonireaktsiooni kohta koostatud järjekorra testi võib alustada 2 viisil.

- A. 1. Kinnitada bürett stetiivile.
2. Täita bürett naatriumhüdroksiidiga.
3. Mõõta mõõtsilindriga 10 ml soolhapet.
4. Valada hape koonise kolbi.
5. Lisada happetele indikaatorit jne.

B.

1. Mõõta mõõtsilindriga 10 ml soolhapet.
2. Valada hape koonilisse kolbi.
3. Lisada happetele indikaatorit.
4. Kinnitada bürett statiivile.
5. Täita bürett naatriumhüdrosiidiga jne.

Ei ole oluline, kas enne täidetakse bürett naatriumhüdrosiidiga või mõõdetakse kolbi soolhape. Neist operatsioonide järjekorradest ei ole kumbki vale. Seda tuli arvestada vigade arvutamisel.

Erinevates klassides testide läbiviimise tingimused olid võrdsed, v.a. 11. klassis. Testid viidi läbi 1. ja 2. tunni ajal, kuid 11. klassis 7. tunni ajal. On näha, et 11. klass sai oodatust halvemad tulemused.

4.2. Reliaablus. Testi reliaablus ehk usaldatavus iseloomustab testiga mõõtmise täpsust. Testi reliaablus on samal õpperühmal kahe võrdväärse testi korrelatsioon. Reliaablust vähendavad mõõtmisvead. Neid põhjustavad testi annuste ebaõnnestunud valik, eksitused testi tulemuste hindamisel jne.

Tuntakse erinevat liiki reliaabluse määramise viise. Kõige lihtsam on sama testi teistkordne täitmine sama õpilaserühmaga ja tulemuste vahelise korrelatsiooni arvutamine. Nii saab kindlaks teha, kui püsivad on testi tulemused ajas. Kui esimene kord viia test läbi nädala alguses, teine kord

nädala lõpul, siis ei ole ajavahemik nii pikk, et katseisikuis oleksid jõudnud toimuda olulised muutused. Kordus-testi vastu aga räägib see, et vahepeal võivad vastajad aru pidada ja osale küsimustest vastada juba mälu järgi /27/.

Teiseks viisiks on ekvivalenttesti kasutamine. Uuritava testiga paralleelselt tehakse teine test, mis on esimesega samaväärne ja arvutatakse tulemuste vaheline korrelatsioon. Nii leitud reliaablus arvestab kõiki mõõtmistäpsust vähendavaid tegureid /27, 10/.

Peale nende on veel poolitusmeetod. Poolitusmeetodi kasutamisel jagatakse testi küsimused kahte ossa. Seejärel leitakse iga õpilase tulemus kummagi testiosa põhjal ja testiosade vaheline korrelatsioon /10/.

Testi reliaabluse iseloomustamiseks võib kasutada Spearmanni astakorrelatsiooni kordajat ρ , mille arvutamiseks kasutatakse valemit

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

kus, n - testi täitnud õpilaste arv;

d_i^2 - astakute vahe ruut.

Tavaliselt interpreteeritakse korrelatsiooni järgmiselt /28/:

- $\rho \leq 0,3$ - nõrk side;
- $0,3 < \rho \leq 0,5$ - mõõdukas side;
- $0,5 < \rho \leq 0,7$ - küllaldane side;
- $0,7 < \rho \leq 0,9$ - tugev side;
- $0,9 < \rho \leq 1$ - väga tugev side.

Et leida, kas käesolevas töös koostatud testid annavad usaldatavaid tulemusi, arvatati testide reliaablus. Arvutamiseks kasutati eespool kirjeldatud esimest meetodit. Test viidi samade õpilastega läbi kahel korral. Ajavahe-
mik kahe testi täitmise vahel oli üks nädal, seega küllalt lühike, et kordustesti tulemusi oluliselt muuta. Kuid pärast testide täitmist olid õpilased väga huvitatud õigest vastustest. Seega on loomulik, et nad omavahel seda arutasid ja võisid ka õpetajalt küsida. Peale selle avaldab siin mõju adaptatsioon. Teistkordsel testide täitmisel olid õpilased nendega juba tuttavad ja selle tõttu täitsid testi paremini.

Et leida, kas test on usaldatav, arvatati esmakordsel ja teistkordsel testi täitmisel saadud tulemuste põhjal astakorrelatsioonikordaja ρ . Selleks koostati testi täitnud õpilastest kaks pingerida. Esimene pingerida tehti esimese testi tulemuste alusel, teine vastavalt teise testi tulemuste alusel. Õpilased, kellel oli testi täitmisel vähem vigu, olid pingereas eespool. Andmed koondati tabelisse (vt. lk. 86, tabel 6, ülejäänud tabelid lises 3).

Tabel 6

Laboratoorne töö "Filtreerimine" kohta koostatud järjekorrastesti reliaabluse leidmine.

jrk. nr.	Õpilase nimi	i	j	d = / i - j /	d ²
1.	Saar	1	10	9	81
2.	Ümarik	2	10	8	64
3.	Rätsepp	9	10	1	1
4.	Vaher	9	10	1	1
5.	Areng	9	25,5	16,5	272,25
6.	Elbe	9	10	1	1
7.	Peterson	9	3	6	36
8.	Raiste	9	25,5	16,5	272,25
9.	Otter	9	25,5	16,5	272,25
10.	Ronimõis	9	10	1	1
11.	Kivistik	9	25,5	16,5	272,25
12.	Kivistik	9	10	1	1
13.	Loorits	9	25,5	16,5	272,25
14.	Kurvits	9	10	1	1
15.	Lõvi	9	1	8	64
16.	Nadel	17,5	16,5	1	1
17.	Tomberg	17,5	3	14,5	210,25
18.	Taela	17,5	25,5	8	64
19.	Kook	17,5	10	7,5	56,25
20.	Liivemägi	25,5	25,5	0	0
21.	Rebane	25,5	25,5	0	0
22.	Kaljurand	25,5	25,5	0	0
23.	Kuusk	25,5	25,5	0	0
24.	Ehala	25,5	34,5	9	81
25.	Valge	25,5	25,5	0	0
26.	Käär	25,5	37,5	12	144
27.	Napp	25,5	10	15,5	240,25
28.	Karu	25,5	25,5	0	0
29.	Nagel	25,5	3	12,5	156,25
30.	Vaidla	25,5	25,5	0	0
31.	Vainaste	25,5	25,5	0	0
32.	Kuningas	33	10	22	484
33.	Lüts	33	34,5	1,5	2,25
34.	Õnneleid	33	37,5	4,5	20,25
35.	Lepik	36	16,5	9,5	90,25
36.	Viks	36	37,5	1,5	2,25
37.	Peterson	36	25,5	10,5	110,25
38.	Vikat	38,5	25,5	13	269
39.	Torokoli	38,5	37,5	1	1

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 3544,5}{59280} = 0,641$$

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = 3544,50$$

i - tähistab tabelis õpilase järjekorra numbrit 1. testi tulemuste alusel moodustatud pingereas;

j - tähistab tabelis õpilase järjekorra numbrit 2. testi tulemuste alusel moodustatud pingereas;

$d = |i - j|$ on õpilase järjekorra numbrite vahe kahe testi tulemuste erinevuse tõttu.

Kui kahel või enamal õpilasel oli testi täitmisel ühepalju viga, leiti antud õpilaste järjekorra numbrite aritmeetiline keskmine, mis saigi pingereas nende õpilaste järjekorra numbriks. Näiteks filtreerimise kohta koostatud testis kolmandast kuni viieteistkümnenda õpilaseeni tegid kõik neli viga, kokku 13 õpilast. Et leida nende järjekorra numbrit, liideti järjekorra numbreid kolmest kuni viieteistkümneni ning jagati õpilaste arvuga, s.o. kolmeteistkümnega.

$$\frac{3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15}{13} = 9. \text{ Seega kõigil neil}$$

on pingereas üks järjekorra number, milleks on 9. Vigade arvult järgmisel kohal oleva õpilase järjekorra numbriks tuleb kuusteist. Astakorrelatsioonikordaja arvutamiseks kasutati valemit (1).

Filtreerimise kohta koostatud testi puhul

$$= 1 - \frac{6.3544,5}{59280} = 0,641, \text{ kus } n = 41 \text{ ja}$$

$$\sum d_i^2 = 3544,5.$$

Siit on näha, et 2 testi vahel on küllaldane side. Seega antud test on usaldatav. Nii leiti ρ väärtused kõigi testide puhul (Tabelid lisas 3).

4.3. Valiidsus. Test peab mõõtma just seda, mida mõõta tahetakse. Testi koostamisel tuleb selgeks teha, mida kontrollida tahetakse, kas faktide tundmist, teoreetiliste põhimõtete mõistmist, oskusi ja vilumusi vms. Ükski test ei ole valiidsus mitme suuruse mõõtmiseks ning sama asja mõõtmiseks teises olukorras. Ei ole olemas üldist valiidsust /10/.

Et kindlaks teha, kas antud töös koostatud testid mõõdavad seda, mida nendega mõõta tahetakse, lasti Tartu 2. Keskkooli 7-a ja 7-b klassi õpilastel nendes testides antud operatsioonide alusel teha laboratoorne töö. Selle tegi iga õpilane individuaalselt. Iga kontrollitav õpilane tegi praktiliselt läbi selle töö, mille kohta ta oli enne täitnud testi. Õpetaja kirjutas üles õpilase tööoperatsioonide järjekorra. Saadud järjekorda võrreldi õpilase poolt testi täitmisel kirjutatud operatsioonide järjekorraga. Koostati tabel (vt. lk. 89 tabel 7 ja 8). Tabelis 7 tähistab i õpilase poolt antud operatsioonide järjekorra numbreid testis, j - õpilase poolt tehtud operatsioonide järjekorra numbreid praktilises töös. d - on järjekorranumbrite erinevus.

Tabelis antud operatsioonide jrk.nr-d tähistavad järgmisi operatsioone:

- 1) kinnitada rõngas statiivile;
- 2) asetada asbestvõrk statiivirõngale;
- 3) valada lehus portselankaussi;
- 4) asetada portselankauss asbestile;

Tabel 7

Laboratoorse töö "Aurustamine" kohta koostatud järjekorratesti valiidsuse leidmine.

Operatsioonide jrk.nr-d.	i	j	$d= i-j $	d^2
1	1	1	0	0
2	5	3	2	4
3	2	2	0	0
4	6	5	1	1
5	4	4	0	0
6	7	6	1	1
7	3	7	4	16
				$\Sigma d^2 = 22$

Tabel 8

Laboratoorse töö "Aurustamine" kohta koostatud järjekorratesti valiidsuse leidmine.

Operatsioonide jrk. nr-d.	i	j	$d= i-j $	d^2
1	3	1	2	4
2	2	3	1	1
3	4	2	2	4
4	1	4	3	9
5	5	5	0	0
6	6	6	0	0
7	7	7	0	0
				$\Sigma d^2 = 18$

- 5) süüdata piirituslamp;
- 6) aurustada lehist;
- 7) kustutada piirituslamp.

Kasutades astakorrelatsioonikordaja avaldist, leiti korrelatsioon õpilase poolt praktiliselt tehtud operatsioonide järjekorra ja testis antud järjekorra vahel.

Tabelis 7 toodud andmete põhjal

$$= 1 - \frac{6,22}{336} = 0,607,$$

kus n - operatsioonide arv testis ('Aurustamine')

Teste kontrolliti praktiliselt 26 korral. Selle põhjal leiti igale testile keskmine astakorrelatsioonikordaja väärtus. Tabelist 9 (vt. lk. 91) on näha, et kõige kõrgem korrelatsioon praktilise töö ja testi vahel on kaaliumpermanganaadi lagundamise testil, järgmiseks on vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamise testil. Nende tööde puhul on ilmselt operatsioonide järjekord kõige tähtsam.

Astakorrelatsioonikordajate väärtustest on näha, et antud testid on valiidsed, see tähendab, mõõdavad seda, mida nendega mõõta tahetakse.

Tabel 9

Õpilaste poolt täidetud testide tulemuste ja praktilise töö tulemuste vahel leitud astakorrelatsioonikordajate väärtused.

Jrk. nr.	Õpilaste nimed	Astakorrelatsioonikordajate väärtused erinevate testide puhul.			
		Aurust. KMnO_4	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	Vase Filtreer.	Väljatõr. NaCl
1.	Metssalu	0,904			
2.	Trikant	0,843			
3.	Parmsoo	0,961			
4.	Lutsar	0,972			
5.	Väina	0,945			
6.	Paal	0,964	0,989		
7.	Koop	0,607			
8.	Lind	0,679			
9.	Rein	1,000			
10.	Parvet	0,964			
11.	Uibo		0,982		
12.	Allikmets		0,991		
13.	Laja		0,973		
14.	Kriisa		0,882	0,956	
15.	Jumolajev			0,642	
16.	Keelisa			1,000	
17.	Gross				0,821
18.	Tumela				0,964
19.	Kutti				0,964
20.	Soots				0,804
21.	Mertens				0,588
22.	Liiiv				0,875
23.	Reintem				0,601
					0,804

$\bar{r} =$ 0,843 0,936 0,957 0,866 0,916 0,734

5. Testide täitmisel esinenud vigade analüüs.

Õpilase poolt toodud operatsioonide järjekorra võrdlemisel optimaalse järjekorraga on võimalik leida vead, mis testide täitmisel tehti. Sellega saab õpetaja kiiresti informatsiooni, kas õpilased tunnevad vajalike põhiliste tööoperatsioonide õiget järjekorda ning mida oleks vaja veel korrata.

Võrreldes õpilaste poolt tehtud vigade arvu erinevate testide täitmisel, on näha, et kõige rohkem eksiti kaaliumpermanganaadi kohta koostatud testis. Testid ei olnud aga kõik ühepikkused. Pikemate testide puhul on eksimine võimalused suuremad. Erineva pikkusega teste saab paremini omavahel võrrelda, leides vigade arvu ühe operatsiooni kohta. Käesolevas töös koostatud testidest oli see kõige suurem samuti kaaliumpermanganaadi lagundamise testis.

Järgnevalt peatume õpilaste poolt tehtud vigade analüüsil üksikute testide kaupa, tuues välja põhilised vead.

1. Arustamine. Antud töös on 7 operatsiooni. Test koostati konkreetse töövõtte - arustamise kontrolliks. Testi täitmisel tehti vähe vigu. Kõige rohkem vastajaid olid vahetanud ära testi 3. ja 4. operatsiooni, s.t. enne asetati portselenkauss asbestile, seejärel valati lahus portselenkaussi. Õigem oleks teha vastupidi, sest valades lahust statiivirõngale asetatud portselenkaussi, võib õpilane kausi valamise ajal või pärast valamist kogemata maha lükata. Seega ka kogu lahus voolaks laiali. Valades

aga lahuse laual portselankaussi ja asetades siis portselankaussi statiivirõngale, on see välditud. Enne portselankaussi asetamist statiivirõngale tuleb kontrollida, kas rõngas on otse. Sellist viga ei teinud ükski 10. kl. õpilane.

Osa 7. ja 11. klassi õpilasi reastasid tööoperatsioonid järgmiselt:

- 1) valada lahus portselankaussi;
- 2) asetada portselankauss asbestile;
- 3) asetada asbest statiivirõngale.

See on veelgi halvem variant. Statiivirõngas võib olla mitte päris otse. Asetades sinna asbestvõrgu koos portselankaussiga, võivad portselankauss ja asbestvõrk rõngalt maha libiseda. Samuti on halb tõsta asbestvõrku, millel on portselankauss.

Liiga vara süüdati piirituslamp (7.kl. 38%, 10.kl. 22% vastajaist). Selline viga esines kõikides klassides. Nii tööd organiseerides raisatakse asjata piiritust. Peale selle midagi muud tehes võivad õpilased end leegis põletada, kuna nende tähelepanu on teisele operatsioonile suunatud.

2. Keeliumpermangenaadi legundamine. Töö koosneb 13 operatsioonist. Selles on kolm põhilist sõlmküsimust, kus õpilased eksivad.

1. Vead laboratoorse töö alguses (esimesed kolm töövõtet).

Õige operatsioonide järjekord on:

- a) puistata 1. katseklaasi veidi kaaliumpermanganaati;
- b) sulgeda 1. katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru;
- c) kinnitada 1. katseklaas statiivile väikese nurga all horisontaalasendi suhtes.

Siin taheti kinnitada enne katseklaas statiivile ning seejärel sulgeda katseklaas korgiga. Surudes statiiviklambri vahele asetatud katseklaasile korgi, võib aga katseklaas puruneda. Nii ei saa ka katseklaasi hermeetiliselt sulgeda. Kui enne kinnitatakse katseklaas statiivile ja seejärel puistatakse katseklaasi kaaliumpermanganaati, on seda ebamugav teha ja pealegi sel juhul tuleb kork panna katseklaasile pärast viimase kinnitamist statiivile, millest juba ülevalpool juttu oli.

2. Vead töö lõpus (kolm viimast töövõtet).

Siin on oluline, kas esmalt võetakse gaasijuhtetoru ots veest välja ja siis lõpetatakse kuumutamine ning kustutatakse piirituslamp või vastupidi. Toimides vastupidi, kuumutatavas katseklaasis tekkinud alarõhu tõttu tungib külm vesi tulisesse katseklaasi ning katseklaas puruneb. Neil õpilastel, kellel selle laboratoorse töö esmakordsel tegemisel nii juhtuski, kirjutasid testis õigesti.

3. Vead piirituslampi süütamisel. Jällegi taheti piirituslamp süüdata liiga vara. Seda viga tehti kõige rohkem 9. ja 10. klassis (100% õpilastest valesti). 7. klassis 70%, 8. klassis 90%, 11. klassis 90%. Õpilastest tahavad piirituslampi süüdata enne õiget aega.

Paljud õpilased kavatsesid enne pista gaasijuhtetoru otsa katseklaasi ja alles siis täita sama katseklaasi veega. Napnikku kogutakse aga veega täidetud katseklaasi nii, et viimase põhi on ülespoole. Kui gaasijuhtetoru on juba katseklaasi viidud, ei saa katseklaasi suud nii sulgeda, et põhja üleskeeramisel sealt vett välja ei tuleks. Selle küsimusega eksis kõige rohkem 11. klassi õpilasi (100% vastajaist tegi valesti). 10. klassist ükski õpilane seda viga ei teinud.

Testi täitmisel esines isegi selliseid absurdseid vastuseid, et enne keerati katseklaasil põhi üles, siis täideti ta veega. Nii kirjutas 7. klassist 36%, 11. klassist 44% vastajaist.

3. Vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine.

Käesolev test on analoogiline eelmisega. Siin on samuti kolm olulist sõlmpunkti. Nagu eelmiseski testis, nii ka siin tehti vigu kolme esimese operatsiooni järjekorras. Enne taheti kinnitada katseklaas statiivile, seejärel sulgeda see korgiga 7. klassist 86%, 8. klassist 60%, 9. klassist 100%, 10. klassist 100% ja 11. klassist 71%.

Ka selles testis on oluline töö lõpetamine. Enne tuleb võtta gaasijuhtetoru ots lubjaveest välja, siis alles lõpetada kuumutamine, sest muidu võib kuumutatav katseklaas puruneda. Vastupidi tegi 7. klassis 32%, 8. klassis 40%, 9. klassis 17%, 10. klassis 12%, 11. klassis 29% õpilastest.

Võrreldes kaaliumpermanganaadi lagundamisel analoogiliste operatsioonide järjekorras vigu teinud õpilaste arvuga, on siin tehtud vähem vigu.

Piirituslambi süütamisega eksisid kõige enam 11. klassi õpilased. 57% õpilastest kavatses süüdata piirituslambi enne õiget aega.

4. Filtreerimine. Antud test on koostatud kindla töövõtte - filtreerimise kontrollimiseks. Testi täitmisel ilmnes, et õpilased ei saa ühest operatsioonist aru, kuna see oli halvasti sõnastatud. Nimelt filtri niisutamisel 1) valada niisutamiseks filtrile veidi vett; 2) valada üleliigne vesi filtrilt kraanikaussi. 2. oligi halvasti sõnastatud. Testi parandamisel võeti need kokku 1 operatsiooniks - valada niisutamiseks filtrile veidi vett.

Õpilased eksisid kõige rohkem selles, et enne taheti asetada filter lehriga statiivrõngasse ja alles siis niisutada filter. Nii tegid 8. klassis 70%, 9. klassis 83%, 10. klassis 100% ja 11. klassis 100% õpilastest.

Tõgelikult viiakse niisutamine läbi kraanikausi kohal enne lehtri asetamist statiivrõngasse. Siit tuleb ka teine viga, mis on sellega seotud. Enne niisutamist asetatakse lehtfi alla keeduklaas. Kui aga tahetakse saada puhast filtraati, siis ei või samasse keeduklaasi eelnevalt filtrit niisutada. Sellist operatsiooni, et vahepeal lehtri alla uus keeduklaas asetatakse, ei olnud ette nähtud.

30% kaheksanda klassi õpilastest kavatses niisutada eelnevalt filtri ning siis asetada see lehtrisse. Kuid märga filtrit ei saa kuigi hästi lehtrisse asetada, pealegi märg filterpaber läheb kergesti katki.

5. Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel.

See test hõlmab tervet tööd ning selles on ka kaks eespool kirjeldatud töövõtet - filtreerimine ja aurustamine.

Selle testi täitmisel eksiti kõige rohkem sellega, et filtrit niisutati enne lehtrisse asetamist. Nii kirjutasid 7. klassis 50%, 8. klassis 50%, 9. klassis 50%, 10. klassis 38% ja 11. klassis 88% õpilastest. 11. klassi õpilased eksisid siin kõige rohkem.

Õpilastel puudub testi vastustes igasugune loogika. Kavatseti küll võtta liiva ja keedusoola segu, kuid järgmise operatsioonina mitte ei lahustata keedusoola, nagu oleks loogiline mõelda, vaid võetakse filterpaber ja valmistatakse filter. Praktiliselt tähendab see liiva ja keedusoola seguga keeduklaasi tõstmist ühest kohast teise.

Ka selles testis taheti filtrit niisutada keeduklaasi kohal. Tulevad välja samad vead, mis filtreerimise kohta koostatud testiski. Nagu testis "Aurustamine", ka siin tahetakse asetada enne portselankauss asbestvõrgule ning siis valada lahus portselankaussi. Sellega eksisid kõige rohkem 11. klassi õpilased (75% õpilastest).

6. Vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest.

Selles testis midagi uut ei olnud. Esinevad analoogilised

vead. Põhiliselt eksiti operatsioonide loogilise järjekorraga. Rauapuru taheti asetada katseklaasi, kuid selle asemel, et katseklaas rauapuruga statiivile kinnitada, kavatseti hoopis hakata valmistama vask(II)kloriidi lahust. Piirituslambi süütamisega eksiti siin vähe,

7. Neutralisatsioonireaktsioon. Seda testi täitsid ainult Tartu 2. Keskkooli 7-b klassi õpilased.

Ühe veana esineb siin, et enne tahetakse lisada naatriumhüdroksiidi, siis alles tilgutada lahusesse indikaatorit. Need õpilased ilmselt ei ole aru saanud indikaatori otstarbest selles reaktsioonis. Indikaatori abil saab ju määrata ekvivalentpunkti.

Osa õpilasi tehtsid lisada indikaatorit mõõtsilindris olevale happele ja alles siis valada hape koonilisse kolbi. Ngutav on siiski esmalt hape valada kolbi, milles toimub tiitrimine ning alles siis lisada indikaatorit.

Eksiti seitsmenda operatsiooniga. Selleks on - lugeda büretilt, palju on naatriumhüdroksiidi kulunud. Kuid seda ei saa enne teha, kui on hape lahust tiitritud. Testis kirjutasid õpilased selle juba büreti täitmise järele. Ilmselt mõtlesid õpilased siin atglugemist, kuna testis ei olnud kirjutatud, et bürett tuleb nullini täita naatriumhüdroksiidi lahusega.

Paljude tööde juures esineb operatsioonide järjekorras analoogilisi vigu. Tehes algul mingi laboratoorse töö kohta üldise testi, näeb õpetaja, milliseid töövõtteid õpilased

ei oska. Samad tövõtted korduvad erinevates töõdes. Üksi-
ku töõvõtte kontrolliks, mida õpilane ei osanud, võib see-
järel koostada lühema testi.

V. KOKKUVÕTE.

Laboratoorse ja praktiliste tööde organiseerimisel saab kasutada rühmatööd. Rakendades laboratoorse ja praktiliste tööde tegemisel rühmas tööjaotust, on võimalik lühendada katsetele kuluvat aega.

Tööjaotust on võimalik organiseerida sellistel töödel, kus õpilased saavad samaaegselt teha erinevaid operatsioone. Et suunata õpilasi tööd jaotama, tuleb kasutada spetsiaalset juhendit, milles on näidatud, mida tehakse koos ja mida eraldi.

Et õpilased õpiksid tööd jaotama, tuleb neile seda spetsiaalselt õpetada. Neil peab olema vajadus tööd jaotada. Üheaastasest ühes aines spetsiaalsete tööjuhendite järgi töötamisest on vähe, et õpilased oskaksid ise tööd jaotada.

Laboratoorse töö oskuste ja vilumuste kontrolliks võib kasutada testi. Testi võib koostada üldisema või konkreetsema. Tööjaotuse kontrolliks saab kasutada testi ainult siis, kui õpilastele on õpetatud tööd jaotama.

Testi täitmisel saadud tulemustele avaldab mõju õpilaste üldine ettevalmistus ja see, kuidas koolis on organiseeritud laboratoorseid ja praktilisi töid. Kus õpilased on töötanud kirjaliku juhendi järgi, milles on märgitud operatsioonide tegemise järjekord, on tulemused kõige paremad.

Tööjaotusega juhendite järgi töötamisel ei saa õpilased tööst terviklikku ettekujutust. Esmalt tuleks lasta õpilastel tutvuda üldise tööjuhendiga ja alles siis anda tööjaotuse juhend.

Õpilase õppeedukuse ja testide täitmisel saadud tulemuste vaheline korrelatsioon on madal. Õpilane, kes teeb hästi laboratoorse töö või täidab selle kohta koostatud testi, ei pruugi olla keemias teoreetilistelt teadmistelt tugev.

Korrelatsioon testi täitmise tulemuste ja õpilase laboratoorse töö oskuste vahel on küllalt kõrge.

Koostatud testid on usaldatavad ning mõõdavad seda, mida nendega mõõta tahetakse.

VI. О возможностях развития навыков и умений у учащихся при лабораторных работах и об усовершенствовании приёмов контроля.

Резюме.

На уроках химии широко используется химический эксперимент как один вид из методов политехнического обучения. Одним из видов химического эксперимента являются лабораторные и практические занятия, в ходе которых ученики приобретают умения и навыки, лучше осознают содержание и природу химических явлений и процессов.

Проблемой становится проведение лабораторных и практических занятий. Обычно не всем ученикам хватает приборов и реактивов, и поэтому занятия проводят в группах. В настоящее время такого рода организация работы уже не удовлетворяет и с методической точки зрения не полноценна. Причинами являются неполная возможность проведения контроля, а также то, что не удастся всех учеников привлечь к работе в одинаковой мере.

Для проведения лабораторных и практических работ можно пользоваться групповой работой. Под групповой работой подразумевается такой рабочий порядок, в ходе которого класс делится на группы, по 3—8 человек в группе.

Такая работа помогает развивать в учениках чувство социальных отношений. Чтобы организовать распределение работы следует пользоваться специальными руководствами. При оптимальном распределении работы удаётся сократить время, предвиденное для проведения эксперимента.

Считается целесообразным организовать распределение работы в таких случаях, при которых ученики в состоянии провести одновременно разные трудовые операции.

Чтобы ученики привыкли распределять работу, этому следует учить их специально.

Контроль является одним из самых важных звеньев при формировании умения и навыков проведения лабораторных работ. Возникает потребность в лучших возможностях контроля. Если учитель интересуется, знают ли ученики правильную очередь проведения рабочих операций, можно для контроля пользоваться тестами. Задачей при этом является то, что придётся упорядочить рабочие операции, расположенные в случайном порядке.

Для проведения контроля над распределением работ, посредством тестов целесообразно только тогда, когда ученикам заранее учили распределять работу.

На выполнение теста оказывает влияние общая подготовка учащихся, а также то, каким образом организованы в школе лабораторные и практические занятия. Лучшими являлись результаты теста того класса, ученики которого работали по письменному руководству, который отличался правильным порядком трудовых операций.

Определяли надёжность и валидность составленных тестов. Обнаружили, что тесты являются достоверными и измеряют то, что хотят с ними измерить. Корреляция между результатами тестов и умениями учащихся довольно высока.

Эксперимент по групповой работе провели в 7-а и 7-б классах Тартуской 2-ой средней школы. Тесты проверяли в 7-а и 7-б классах Тартуской 1-ой средней школы, в 7-а классе средней школы Нью и в 7-а, 7-б, 8-б, 9-б, 10-а и 11-а классах Тартуской 2-ой средней школы.

В теоретической части настоящей работы даётся обзор о месте лабораторных и практических работ в ходе обучения химии, о методике их проведения, о групповой работе, об использовании тестов, о контроле лабораторных занятий.

VII. Kirjanduse loetelu.

1. Benno, A. Rühmatöö J. Käisi pedagoogilises süsteemis. — "Nõukogude Kool", 1971, nr. 12, lk. 925- 929.
2. Benno, A. Rühmatöö kasutamisest geograafia õpetamisel. — "Nõukogude Kool" , 1970, nr. 12, lk. 896- 903.
3. Benno, A. Rühmatöö mõju erineva edukusega õpilastele geograafia õpetamisel. — "Nõukogude Kool", 1972, nr. 11, lk. 934- 939.
4. Benno, A. Rühmatöö organiseerimisest ja ülesannete valikust. — "Nõukogude Pedagoogika ja Kool" 5, Tartu, 1969, lk. 52- 61.
5. Elango, A. Õpilaste teadmiste kontrollimise metoodika küsimusi. Tallinn, "Valgus", 1967, lk. 19- 37.
6. Ivask, A. Rühmatöö J. Käisi pedagoogilises süsteemis. — "Nõukogude Pedagoogika ja Kool" 5, Tartu, 1969, lk. 80- 85.
7. Kaheksaklassilise kooli, keskkooli ja õhtukeskkooli programmid 1973/74 õppeaastaks. Keemia. Tallinn, "Valgus", 1973, 55 lk.
8. Karik, H. , Ratassepp, V. Keemia VII klassile. Tallinn, "Valgus", 1970, 166 lk.
9. Kees, P. Ainetestide osa õpilaste teadmiste kontrollimisel. — "Nõukogude Kool", 1969, nr. 5, lk. 325- 331.
10. Koemets, E. Testide kasutamine uurimistöös. — "Nõukogude Kool", 1967, nr. 10, lk. 734- 739.
11. Kork, V. Võrkplaneerimise elemendid praktiliste tööde optimeerimisel keemias. Diplomitöö. Tartu, 1972.
12. Liimets, H. Rühmatöö ja selle asend õppevormide hulgas. "Loenguid pedagoogikast" 2. Tartu, TRÜ rotaprint, 1972, lk. 4- 28.

13. Liimets, H. Rühmatöö kooli kasvatuslike taotluste taustal. — "Nõukogude Kool", 1970, nr. 12, lk. 885–896.
14. Liimets, H. Õppetöö vormide klassifikatsioonist ja nende omavahelisest seosest. — "Nõukogude Pedagoogika ja Kool" 7, Tartu, 1972, lk. 4–8.
15. Milk, J. Testi reliaablus. — "Nõukogude Kool", 1972, nr. 6, lk. 484–488.
16. Paaver, L., Vene, J. Keemia õpetamise meetodikast 8-kl. koolis. Tallinn, "Valgus", 1963, 290 lk.
17. Rauch, E. Zur didaktisch-methodischen Gestaltung des Lernens in Schülergruppen. — "Vergleichende Pädagogik", 1962, nr. 2.
18. Seps, E. Rühmatöö efektiivsusest ülesannete lahendamisel matemaatikas. — "Nõukogude Pedagoogika ja Kool" 7, Tartu, 1972, lk. 9–37.
19. Tiit, E. Matemaatilise statistika tabelid. 2, Tartu, 1972, lk. 98–102.
20. Walter, K. H. Gestaltung, Funktion und Einsatzmöglichkeiten von gruppenarbeitsspezifischen Lernhilfen. "Chemie in der Schule", 1973, nr. 11, S. 474–484.
21. Глоризов П.А., Сморгонский Л.М. Практические занятия по химии в средней школе. Москва, изд-во Академии Педагогических Наук РСФСР, 1955, 144 с.
22. Горшкова Е.А. Наш опыт проведения экспериментальных работ. — "Химия в школе", 1967, № 6, с. 29–34.
23. Кирюшкин Д.М., Малинкина С.И., Фурсова К.Я. О самостоятельной работе учащихся на примере лабораторных занятий по химии. — "Химия в школе", 1962, №2, с. 17–29.

24. Киришкин Д.М., Полосин В.С. Методика обучения химии. Москва, изд-во "Просвещение", 1970, 495 с.
25. Коновалов В.Н. Техника безопасности при работах по химии. Москва, изд-во "Просвещение", 1965, 88 с.
26. Котлярова О.С. О мерах предосторожности при проведении опытов. — "Химия в школе", 1966, №1, с. 68 — 72.
27. Киверялт А. Вопросы методики педагогических исследований 2. Таллин, изд-во "Валгус", 1971, 227 с.
28. Кярнер О.А., Тельгмаа А.Э. О стандартизации контрольных по математике. Сборник "О методах педагогических исследований доклады к семинару", Таллин, изд-во "НИИ ЭССР", 1971, с. 126 — 139.
29. Лаврентева А.В. Опыт организации ученического эксперимента на уроках химии. — "Химия в школе", 1962, №5, с. 53— 58.
30. Оконь В. Основы проблемного обучения. Москва, изд-во "Просвещение", 1968, с. 141— 158.
31. Осокина Г.Н. Использование эксперимента при повторении и обобщении знаний учащихся по химии. — "Химия в школе", 1964, № 5, с. 26— 32.
32. Парменов К.Я. Химический эксперимент в средней школе. Москва, изд-во "Просвещение", 1959.
33. Парменов К.Я. Сироежкин И.Т. О практикуме по химии в средней школе. — "Химия в школе", 1962, № 6, с. 25— 31.
34. Перовский Е.И. Проверка знаний учащихся в средней школе. Москва, изд-во Академии Педагогических Наук РСФСР, 1960, 511 с.
35. Полосин В.С., Чертков И.Н. Развитие химического эксперимента в советской школе. — "Химия в школе", 1967, № 5, с. 81— 86.
36. Правила по технике безопасности для кабинетов химии общеобразовательных школ системы Минис-

терства просвещения СССР. Утв. зам. Министерства просвещения СССР 1 ноября 1972 г. Согласован ЦК профсоюза работников просвещения, высшей школы и научных учреждений 16 мая 1972 г. и зам. главного санитарного врача СССР 1 ноября 1972 г. Москва, 1972, 62 с. (Министерство просвещения СССР).

37. Прмагамбетов С. Наш опыт проведения практических занятий. — "Химия в школе", 1972, № 5, с. 39—41.
38. Фельдт В.В. Техника и методика химического эксперимента в средней школе. Москва, Учпедгиз, 1949.

LISA

Tööjuhend nr. 1. "Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel."

Töö teha kahekesi. Tööoperatsioonid jaotada omavahel järgmiselt:

1. õpilane.

1. Võta liiva ja keedusoola segu.
2. Vala segule vähehaaval vett, kuni kogu sool on lahustunud.
3. Aseta leetri alla keeduklaas.

2. õpilane.

1. Võta filterpaber.
2. Valmista filter.
3. Aseta filter leht-risse.
4. Vala niisutamiseks filtrile vett.
5. Üleliigne vesi vala filtrilt kraanikaussi.
6. Aseta filter letriga statiivirõngasse.

Teha koos.

1. Filtreerige saadud lahus klaaspulga abil.

1. õpilane.

1. Vala keeduklaasist filtraat portselankaussi.
2. Aseta statiivirõngale asbestvõrk ja sellele portselankauss.

2. õpilane.

1. Süüta piirituslamp.

Teha koos.

1. Aurustage lahust, kuni tekivad keedusoola kristallid.
2. Kustutage piirituslamp.

Tööjuhend nr. 2. "Vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest."

Töö teha kahekesi. Tööoperatsioonid jaotage omavahel järgmiselt:

1. õpilane.

1. Aseta ketseklaasi veidi reuapuru.
2. Kinnita ketseklaas statiivile.
3. Süüta piirituslamp.

2. õpilane.

1. Valmista vesk(II)kloriidi lahus.
2. Vela veidi vesk(II)-kloriidilahust reuapurule.

Teha koos.

1. Kuumutage segu, kuni keob lahuse sinine värvus.
2. K_ustutage piirituslamp.

Tööjuhend nr. 3. "Hapniku saamine kaesiumpermanganaadi laundemisel."

Töö tehke kahekesi. Tööoperatsioonid jaotage omavahel järgmiselt:

1. õpilane.

1. Puista 1. ketseklaasi liigikaudu 1 cm³ kaesiumpermanganaati.
2. Sule 1. ketseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
3. Kinnitade 1. ketseklaas statiivile väikese nurga all horisontaalasendi suhtes.
4. Süüta piirituslamp.

2. õpilane.

1. Täida kristallisaator pooleni veega.
2. Täida 2. ketseklaas veega.
3. Aseta põial ketseklaasile.
4. Keera veega täidetud ketseklaasil põhi üles ja vii ketseklaasi suu vee alla.
5. Pista gaasijuhtetoru 2. ots veega täidetud ketseklaasi.

Teha koos.

1. Kuumutage kaesiumpermanganaadiga ketseklaasi, kuni kogu vesi on 2. ketseklaasist välja tõrjutud.

1. õpilane.

2. õpilane.

1. Võta gaasijuhtetoru ots veest välja.
2. Sule katseklaas vee all pöidlaga ja tõsta veest välja.
1. Süüta pird, kustuta leek.
2. Kustuta piirituslamp.

Teha koos.

1. Tõestage hapnik.

Tööjuhend nr. 4. "Vesiniku saamine tsingi ja väävelhappe vahelisel reaktsioonil ning reaktsiooniproduktide kindlakstegemine."

Töö tehke kahekesi. Tööoperatsioonid jaotage omavahel järgmiselt:

1. õpilane.

2. õpilane.

1. Võta 1. katseklaasi 2 tükki tsinki.
2. Vala tsingitükkidele soolhapet.
3. Sule katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
4. Kinnita katseklaas statiivile.
1. Vala kristallisaatorisse 1/2 kõrguseni vett.
2. Täida 2. katseklaas veega.
3. Sule katseklaas pöidlaga.
4. Keera veega täidetud katseklaasil põhi üles ja vii katseklaasi suu vee alla.
5. Pista gaasijuhtetoru 2.ots veega täidetud katseklaasi.

Teha koos.

1. Koguge gaasi, kuni kogu vesi on 2. katseklaasist välja tõrjutud.
2. Kui vett 2. katseklaasis enam ei ole, võtke gaasijuhtetoru ots katseklaasist välja ja asetage lauale.

1. õpilane.

1. Süüta pird.

2. õpilane.

1. Sule katseklaas vee all pöidlaga.
2. Tõsta katseklaas veest välja.

Teha koos.

1. Tehke kindlaks vesinik.

1. õpilane.

1. Vala tsingitükkidel olev vedelik portselankaussi.
2. Aseta portselankauss asbestile.

2. õpilane.

2. Aseta statiivirõngale asbestvõrk.
2. Süüta piirituslamp.

Teha koos.

1. Kuumutage lahust, kuni kogu vedelik on aurustunud.
2. Kustutage piirituslamp.

Tööjuhend nr. 5. "Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel.

1. Võtke liiva ja keedusoola segu.
2. Valage segule vähehaaval vett, kuni kogu sool on lahustunud.
3. Võtke filterpaber.
4. Valmistage filter.
5. Asetage filter lehtrisse.
6. Valage niisutamiseks filtrile vett.
7. Üleliigne vesi valage filtrilt kraanikaussi.
8. Asetage lehter statiivirõngasse.
9. Asetage lehtri alla keeduklaas.
10. Võtke klaaspulk.

11. Valage klaaspulga abil lehus filtrile.
12. Valage lehus keeduklaasist portselankaussi.
13. Asetage statiivirõngale asbest ja sellele portselankauss.
14. Süüdate piirituslamp.
15. Aurustage lahust kuni tekivad keedusoola kristallid.
16. Kustutage piirituslamp.

Tööjuhend nr. 6. "Vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest."

1. Asetage katseklaasi veidi rauapuru.
2. Kinnitage katseklaas statiivile.
3. Valmistage vask(II)kloriidi lehus.
4. Valage veidi vask(II)kloriidi lahust rauapurule.
5. Süüdate piirituslamp.
6. Kuumutage segu, kuni keob lahuse sinine värvus.
7. Kustutage piirituslamp.

Tööjuhend nr. 7. "Hapniku saamine kaaliumpermanganaadi lagundamisel.

1. Puistake 1. katseklaasi ligikaudu 1 cm^3 kaaliumpermanganaati.
2. Sulgege 1. katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
3. Kinnitage 1. katseklaas statiivile väikese nurga all horisontaalasendi suhtes.
4. Täitke kristallisator poole kõrguseni veega.
5. Täitke 2. katseklaas veega.
6. Asetage põial 2. katseklaasile.
7. Keerake katseklaasil põhi üles ja viige katseklaasi suu vee alla.

8. Pista gaasijuhtetoru 2. ots veega täidetud katseklaasi.
9. Süüdate piirituslamp.
10. Kuumutage kaesiumpermanganaadiga katseklaasi.
11. Kui kogu vesi on 2. katseklaasist välja tõrjutud, võtke gaasijuhtetoru ots katseklaasist välja ja asetage lauale.
12. Kustutage piirituslamp.
13. Sulgege katseklaasi suu vee all pöidlaga ja tõstke katseklaas veest välja.
14. Süüdate pird, kustutage leek.
15. Hõõguva pirru abil tõestage hapniku olemasolu.

Tööjuhend nr. 8. "Vesiniku saamine tsingi ja väävelhappe vahelisel reaktsioonil ning reaktsiooniproduktide kindlakstegemine."

1. Valage kristallisaatorisse 1/2 kõrguseni vett.
2. Täitke 1. katseklaas veega.
3. Sulgege katseklaas pöidlaga.
4. Keerake veega täidetud katseklaasil põhi üles ja viige katseklaasi suu vee alla.
5. Võtke 2. katseklaasi paar tükki tsinki.
6. Valage tsingitükkidele soolhapet.
7. Sulgege katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
8. Kinnitage katseklaas statiivile.
9. Pistke gaasijuhtetoru 2. ots veega täidetud katseklaasi.
10. Koguge gaasi, kuni kogu vesi on 2. katseklaasist välja tõrjutud.
11. Võtke gaasijuhtetoru ots 1. katseklaasist välja ja asetage lauale.
12. Sulgege katseklaas vee all pöidlaga ja tõstke veest välja.

13. Süüdake pird.
14. Tõestage vesinik.
15. V_alage tsingitükkidel olev vedelik portselankaussi.
16. Asetage asbestvõrk statiivirõngale.
17. Asetage asbestile portselankauss.
18. Süüdake piirituslamp.
19. Kuumutage lahust, kuni kogu vedelik on aurustunud.
20. Kustutage piirituslamp.

Test nr. 1.

Laboratoorne töö "Vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamine."

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras sa ise praktiliselt neid operatsioone teeksid.

- (...³.) Kinnita 1. katseklaas statiivile horisontaalasendi suhtes väikese nurga all.
- (...⁴.) Valada 2. katseklaasi lubjaveet ligikaudu 1/2 selle mahust.
- (...¹.) Puistata 1. katseklaasi ligi 1/4 selle mahust vask(II)hüdrosiidkarbonaati.
- (...⁵.) Kinnitada lubjaveega katseklaas statiivile vertikaalselt.
- (...⁷.) Süüdata piirituslamp(gaasipõletit).
- (...⁸.) Kuumutada vask(II)hüdrosiidkarbonaati.
- (...⁶.) Asetada gaasijuhtetoru 2. ots lubjaveega katseklaasi.
- (...².) Sulgeda 1. katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
- (...¹⁰.) Lõpetada kuumutamine.
- (...⁹.) Kui lubjavesi on muutunud häguseks, võtta gaasijuhtetoru ots lubjaveest välja.
- (...¹¹.) Kuumutada piirituslamp (gaasipõletit).

Test nr. 2.

Laboratoorne töö "Filtreerimine."

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras.

Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras sa ise praktiliselt neid operatsioone teeksid.

- (...⁸.) Võtta klaaspulk.
- (...⁴.) Asetada filter lehtrisse.
- (...¹.) Kinnitada rõngas statiivile.
- (...².) Võtta filterpaber.
- (...⁹.) Valada klaaspulga abil filtreeritav lahus filtrile.
- (...⁷.) Asetada lehtri alla keeduklaas.
- (...⁵.) Valada niisutemiseks filtrile veidi vett.
- (...⁶.) Asetada lehter statiivirõngasse.
- (...³.) Valmistada filter.

Test nr. 3.

Laboratoorne töö "Filtreerimine."

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras sa ise neid operatsioone teeksid.

- (...⁹.) Võtta klaaspulk.
- (...⁴.) Asetada filter lehtrisse.
- (...¹.) Kinnitada rõngas statiivile.
- (...⁶.) Ülelaigne vesi valada filtrilt kraanikaussi.
- (...².) Võtta filterpaber.
- (...¹⁰.) Valada klaaspulga abil kogu filtreeritav lahus filtrile.
- (...⁸.) Asetada lehtri alla keeduklaas.

- (.5.) Valada niisutamiseks filtrile veidi vett.
- (.7.) Asetada lehter statiivirõngasse.
- (.3.) Valmistada filter.

Test nr. 4.

Laboratoorne töö "Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel".

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö etapid paigutatud juhuslikus järjekorres. Kirjuta iga operatsiooni ette salgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras Sa praktiliselt ise seda laboratoorset tööd teeksid.

- (.3.) Valmistada filter.
- (.1.) Võtta liiva ja keedusoola segu (1/4 katseklaasi mahust).
- (.6.) Asetada lehter statiivirõngasse.
- (.5.) Niisutada filtrit.
- (.4.) Asetada filter lehtrisse.
- (.8.) Valada klaaspulga abil kogu valmistatud lahuse filtrile.
- (.7.) Asetada lehteri alla keeduklaas.
- (.11.) Süüdata piirituslamp.
- (.9.) Valada filtraat keeduklaasist portselankaussi.
- (.12.) Ajustada lahust, kuni tekivad keedusoola kristallid.
- (.2.) Valada vähehaaval segule vett, kuni kogu keedusool on lahustunud.
- (.10.) Asetada statiivirõngale asbestvõrk ja sellele portselankauss.

Test nr. 5.

Laboratoorne töö "Vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidil lahusest."

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö etapid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras Sa praktiliselt ise seda laboratoorset tööd teeksid.

- (.5.) Süüdata piirituslamp (gaasipõleti).
- (.2.) Kinnitada katseklaas statiivile.
- (.3.) Valmistada vask(II)kloriidi lahus.
- (.1.) Asetada katseklaasi rauapuru.
- (.7.) Kustutada piirituslamp(gaasipõleti).
- (.4.) Valada vask(II)kloriidi lahus rauapurule.
- (.6.) Kuumutada segu, kuni lahuse sinine värvus kaob.

Test nr. 6.

Laboratoorne töö "Neutralisatsioonireaktsioon."

Ülesanne: Toodud tööjuhendis on üksikud laboratoorse töö operatsioonid paigutatud juhuslikus järjekorras. Kirjuta iga operatsiooni ette sulgudesse selle õige järjekorra number nii, millises järjekorras Sa ise praktiliselt neid operatsioone teeksid.

- (.8.) Valada saadud neutraalne lahus portselankaussi.
- (.3.) Valada mõõtsilindrisse 10 ml soolhapet.
- (.9.) Süüdata piirituslamp.
- (.6.) Tilgutada büretist leelise lahust koonilisse kolbi, ise kogu aeg lahust segades, kuni lahus muutub violetseks.

- (...²...) Täida bürett naatriumhüdroksiidi lahusega.
- (...⁴...) Valada hepe koonilisse kolbi.
- (...⁷...) Lugeda büretilt palju on naatriumhüdroksiidi kulu-
nud.
- (...¹⁰...) Kuumuta lahust, kuni kogu vedelik on aurustunud.
- (...⁵...) Lisada indikaatorit.
- (...¹...) Kinnita bürett statiivile.

Test nr. 7.

Laboratoorne töö "Vask(II)hüdroksiidkarbonaadi lagundamine.

Seletus: Kui oleks vaja järgmine laboratoorne töö teos-
tada kahekesi, missugused järgmist test operatsi-
oonidest teeksid koos kaaslasega, millised kaas-
lasega paralleelselt, et tööga kiiremini valmis
saada?

Operatsioonide jrk.nr-d, mida sa ise teed, kir-
juta vasakale, operatsioonide jrk.nr-d, mida
teeb kaaslane sinuga samaaegselt, kirjuta pare-
male.

Koos tehtavate operatsioonide jrk.nr-d kirjuta
keskele.

1. Puistata 1. katseklaasi ligi 1/4 selle mahust vask-
(II)hüdroksiidkarbonaati.
2. Sulgeda 1. katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhte-
toru.
3. Kinnitada 1. katseklaas statiivile horisontaalasendi
suhtes väikese nurga all.
4. Valada 2. katseklaasi lubjavett ligikaudu 1/2 selle
mahust.
5. Kinnitada lubjaveega katseklaas statiivile vertikaal-
selt.

6. Asetada gaasijuhtetoru 2. ots lubjaveega katseklaasi.
7. Süüdata piirituslamp (gaasipõleti).
8. Kuumutada vasek(II)hüdrosiidkarbonaati.
9. Kui lubjavesi on muutunud häguseks, võtta gaasijuhtetoru ots lubjaveest välja.
10. Lõpetada kuumutamine.
11. K_ustutada piirituslamp (gaasipõleti).

<u>1.</u>	<u>koos</u>	<u>2.</u>
1		4
2		5
3		6
7		
	8	
9		10
		11

Test nr. 8.

Laboratoorne töö "Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel."

Seletus: Kui oleks vaja järgmine laboratoorne töö teostada kahekesi, missugused järgmistest operatsioonidest teeksid koos kaaslasega, millised kaaslasega paralleelselt, et tööga kiiremini valmis saada?

Operatsioonide jrk.nr-d, mida sa ise teed, kirjuta vasakule, operatsioonide jrk.nr-d, mida teeb kaaslane sinuga samaaegselt, kirjuta paremale. Koos tehtavate operatsioonide jrk.nr-id kirjuta keskele.

1. Võtta liiva ja keedusoola segu (1/4 katseklaasi mahust).
2. Valada vähehaaval segule vett ja segada kuni keedusool on lahustunud.
3. Võtta filterpaber.

4. Valmistada filter.
5. Asetada filter lehtrisse.
6. Niisutada filtrit.
7. Asetada lehter statiivirõngasse.
8. Asetada lehtri alla keeduklaas.
9. Valada klaaspulga abil kogu valmistatud lahus filtrile.
10. Valada filtraat keeduklaasist portselankaussi.
11. Asetada statiivirõngale asbestvõrk ja sellele portselankauss.
12. Süüdata piirituslamp (gaasipõleti).
13. Aurustada lahust, kuni tekivad keedusoola kristallid.
14. Kustutada põleti.

<u>1.</u>	<u>koos</u>	<u>2.</u>
1		3
2		4
8		5
		6
		7
	9	
10		12
11		
	13	
	14	

Test nr. 8.

Laboratoorne töö "Vase väljatõrjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest."

Seletus: Kui oleks vaja järgmine laboratoorne töö teostada kahekesi, missugused järgmis test operatsioonidest teeksid koos kaaslasega, millised kaaslasega paralleelselt, et tööga kiiremini valmis saada?

Operatsioonide jrk.nr-d, mida sa ise teed, kirjuta vasakule, operatsioonide jrk.nr-d, mida teeb kaaslane sinuga samasegselt, kirjuta paremale. Koos tehtavate operatsioonide jrk.nr-d kirjuta keskele.

1. Asetada katseklaasi rauapuru.
2. Kinnitada katseklaas statiivile.
3. Valmistada vesk(II)kloriidi lahus.
4. Valada vesk(II)kloriidi lahus rauapurule.
5. Süüdata piirituslamp (gaasipölet).
6. Kuumutada segu, kuni lahuse sinine värvus kaob.
7. Kustutada piirituslamp.

<u>1.</u>	<u>koos</u>	<u>2.</u>
1		3
2		4
5		
	6	
	7	

Test nr. 9.

Laboratoorne töö "Hapniku saamine ja töestamine."

Seletus: Kui oleks vaja järgmine laboratoorne töö teostada kahekesi, missugused järgmis test operatsioonidest teeksid koos kaaslasega, millised kaaslasega paralleelselt, et tööga kiiremini valmis saada.

Operatsioonide jrk.nr-d, mida sa ise teed, kirjuta vasakule, operatsioonide jrk.nr-d, mida teeb kaaslane sinuga samaaegselt, kirjuta paremale. Koos tehtavate operatsioonide jrk.nr-id kirjuta keskele.

1. Puistata 1. katseklaasi veidi kaaliumpermanganaati.
2. Sulgeda katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
3. Kinnitada katseklaas statiivile väikese nurga all horisontaalsesendi suhtes.
4. Täita kristalliseator poole kõrguseni veega.
5. Asetada põial katseklaasile.

6. Täita 2. katseklaas veega.
7. Keerata veega täidetud katseklaasil põhi üles ja viia katseklaasi suu vee alla.
8. Pista gaasijuhtetoru ots veega täidetud katseklaasi.
9. Süüdata piirituslamp.
10. Kuumutada kaaliumpermenganaadiga katseklaasi.
11. Kui katseklaasist on kogu vesi välja tõrjutud, võtta gaasijuhtetoru ots hapnikuga täidetud katseklaasist välja, panna lauale.
12. Kustutada piirituslamp.
13. Sulgeda katseklaas vee all pöidlaga ja tõsta veest välja.
14. Süüdata pird.
15. Kustutada leek.
16. Tõestada hapnik.

<u>1.</u>	<u>koos</u>	<u>2.</u>
1		4
2		5
3		6
9		7
		8
	10	
11		12
13		14
		15
	16	

Test nr. 10.

Laboratoorne töö "Vesiniku saamine ja reaktsiooniproductide tõestamine."

Seletus: Kui oleks vaja järgmine laboratoorne töö teostada kahekesi, missugused järgmistest operatsioonidest teeksid koos kaaslasega, millised kaaslasega paralleelselt, et tööga kiiremini valmis saada.

Operatsioonide jrk.nr-d, mida sa ise teed, kirjuta vasakule, operatsioonide jrk.nr-d, mida teeb kaaslane sinuga samaeegselt, kirjuta paremale.

Koos tehtavate operatsioonide jrk.nr-d kirjuta keskele.

1. Valada kristallisaatorisse 3/4 kõrguseni vett.
2. Täita 2. katseklaas veega.
3. Sulgeda 2. katseklaas pöidlaga.
4. Viia veega täidetud katseklaas kristallisaatorisse põhi ülesse, suu vee alla.
5. Panna 1. katseklaasi paar tükki tsinki.
6. Valada 1. katseklaasi paar milliliitrit soolhapet.
7. Sulgeda katseklaas korgiga, mida läbib gaasijuhtetoru.
8. Kinnitada katseklaas statiivile.
9. Pista gaasijuhtetoru 2. ots veega täidetud katseklaasi.
10. Koguda gaasi, kuni kogu vesi on 2. katseklaasist välja tõrjutud.
11. Võtta gaasijuhtetoru ots veest välja ja asetada lauale.
12. Sulgeda katseklaas vee all pöidlaga.
13. Tõsta vesinikuga täidetud katseklaas veest välja.
14. Süüdata pird.
15. Viia põlev pird vesinikuga täidetud katseklaasi.
16. Valade tsingitükkidel olev vedelik portselankaussi.
17. Süüdata piirituslamp.
18. Asetada portselankauss piirituslambile.
19. Kuumutada lahust, kuni vedelik on aurustunud.

<u>1.</u>	<u>koos</u>	<u>2.</u>
1		5
2		6
3		7
4		8
9		
	10	
	11	
14		12
		13
	15	
16		17
18		
	19	

Tabel 1

Erinevate klasside õpilaste poolt "Aurustamise" ja
"Kealiumpermanganaedi lagundamise" testide täitmisel
tehtud eksimuste arv.

Jrk. nr.	Õpilase nimi	Kool	Klass	K O ₄		Aurust.	
				1	2	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Kaldoja	Tartu 1. Keskk.	7-a	8	10	2	0
2.	Kalmet	- " -	"	11	7	2	2
3.	Repponen	- " -	"	11	9	2	2
4.	Soomets	- " -	"	11	7	5	2
5.	Kullmann	- " -	"	4	2	0	0
6.	Nunna	- " -	"	8	9	3	0
7.	Peebo	- " -	"	6	11	2	2
8.	Linnamägi	- " -	"	11	-	2	-
9.	Toon	- " -	"	10	7	2	2
10.	Pelu	" " -	"	9	11	2	2
11.	Lakk	- " -	"	3	2	0	2
12.	Rull	- " -	"	11	10	0	0
13.	Seeba	- " -	"	9	11	2	2
14.	Haavik	- " -	"	6	6	2	2
15.	Kuusik	- " -	"	10	2	2	0
16.	Seädist	" " -	"	7	-	0	-
17.	Part	- " -	7-b	9	6	2	2
18.	Otisalu	- " -	"	13	8	0	2
19.	Sarik	- " -	"	9	4	3	4
20.	Karri	- " -	"	9	4	2	2
21.	Napp	- " -	"	10	4	2	2
22.	Määrits	- " -	"	8	6	2	2
23.	Linnunägi	- " -	"	10	9	3	0
24.	Vaks	- " -	"	8	5	4	2
25.	Pahla	- " -	"	8	6	0	0
26.	Peetso	" " -	"	11	12	0	0
27.	Sarepuu	- " -	"	10	-	0	-
28.	Asmaa	- " -	"	11	6	0	2
29.	Toots	- " -	"	10	9	0	0
30.	Matvei	- " -	"	10	7	0	0
31.	Oll	- " -	"	8	4	0	0
32.	Pullerits	- " -	"	12	10	2	0
33.	Vaht	Tartu 2. Keskk.	7-a	5		2	
34.	Põllumaa	- " -	"	5		0	
35.	Unt	- " -	"	6		2	
36.	Arro	- " -	"	12		0	
37.	Loode	- " -	"	7		2	
38.	Vesmen	- " -	"	8		0	

1	2	3	4	5	6	7	8
39.	Lind	"	"	8		5	
40.	Kiik	"	"	2		2	
41.	Jüriado	"	"	8		3	
42.	Lutsar	"	"	6		0	
43.	Kangur	"	"	13		2	
44.	Peedosk	"	"	9		4	
45.	Väina	"	"	2		0	
46.	Parvet	"	"	4		2	
47.	Koop	"	"	7		3	
48.	Kalamees	"	"	5		2	
49.	Jermolajev, P.	"	"	6		0	
50.	Paal	"	"	6		0	
51.	Reemets	"	"	6		0	
52.	Piispa	"	"	4		2	
53.	Rein	"	"	2		0	
54.	Palm	"	8 ^b	9		0	
55.	Alkonen	"	"	8		0	
56.	Meier	"	"	6		3	
57.	Maasik	"	"	5		2	
58.	Ader	"	"	9		2	
59.	Kangur	"	"	9		2	
60.	Vadi	"	"	12		2	
61.	Lust	"	"	8		2	
62.	Tälli	"	"	4		2	
64.	Reintel	"	9 ^b	9		0	
65.	Karis	"	"	9		0	
66.	Tuul	"	"	7		0	
67.	Tootsi	"	"	7		2	
68.	Soots	"	"	5		2	
69.	Lehtsalu	"	"	8		0	
70.	Häelme	"	"	10		0	
71.	Kimmel	"	"	12		2	
72.	Raadla	"	"	7		0	
73.	Miggur	"	"	11		0	
74.	Kuusk	"	"	9		0	
75.	Metsalu	"	10 ^b	5		0	
76.	Parmsoo	"	"	7		0	
77.	Ruus	"	"	8		0	
78.	Karu	"	"	5		2	
79.	Trikkant	"	"	5		2	
80.	Miidla	"	"	2		2	
81.	Kull, A.	"	"	6		0	
82.	Luha	"	"	9		2	
83.	Ruud	"	"	10		0	
84.	Tuuna	"	11 ^a	8		2	
85.	Jäddal	"	"	11		2	
86.	Podar	"	"	12		0	
87.	Sepper	"	"	10		2	
88.	Keel	"	"	7		2	
89.	Peterson	"	"	9		0	
90.	Mändsaar	"	"	11		2	
91.	Peep	"	"	11		2	
92.	Aavastik	"	"	11		2	

1	2	3	4	5	6	7	8
Nõo Keskkool 7 ^a (CuOH) ₂ CO ₃							
93.	Rebane	--	--	6	4	2	2
94.	Jogi	--	--	4	4	2	2
95.	Arus	--	--	4	8	3	2
96.	Rosenberg	--	--	6	4	3	4
97.	Rosenfeldt	--	--	8	5	4	2
98.	Vipp	--	--	6	5	3	0
99.	Raud	--	--	6	6	4	0
100.	Raudsepp	--	--	4	6	2	3
101.	Järve	--	--	5	6	0	0
102.	Rätsepp	--	--	4	3	4	3
103.	Lauga	--	--	4	9	5	2
104.	Brett	--	--	4	7	0	0

Tabel 2

Erinevate klasside poolt "Filtreerimise" ja
"Vask(II)hüdrosiidkarbonaadi lagundamise" tes-
tide täitmisel tehtud eksimuste arv.

Jrk. nr.	Õpilase nimi	Kool	Klass	Filtreeri- $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ mine			
				1	2	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Vaidla	Tartu 1. Keskk.	7 ^a	6	6	9	8
2.	Nagel	"	"	6	2	4	5
3.	Elbe	"	"	4	4	4	2
4.	Peterson	"	"	4	2	7	5
5.	Tamberg	"	"	5	2	6	5
6.	Karu	"	"	6	6	2	4
7.	Raiste	"	"	4	6	9	6
8.	Otter	"	"	4	6	6	9
9.	Napp	"	"	6	4	5	6
10.	Käär	"	"	6	8	4	2
11.	Ronimois	"	"	4	4	4	6
12.	Kivistik	"	"	4	6	7	5
13.	Ehala	"	"	6	7	5	5
14.	Onneleid	"	"	7	8	8	8
15.	Valge	"	"	6	6	2	5
16.	Kivistik	"	"	4	4	-	2
17.	Kuusk	"	"	6	6	4	7
18.	Loorits	"	7 ^b	4	6	4	4
19.	Kurvits	"	"	4	4	5	2
20.	Taäla	"	"	5	6	6	4
21.	Varbla	"	"	4	-	2	-
22.	Kaljurand	"	"	6	6	4	4
23.	Kook	"	"	5	4	4	2
24.	Rebane	"	"	6	6	3	2
25.	Ümarik	"	"	3	4	4	4
26.	Liivamägi	"	"	6	6	2	2
27.	Lövi	"	"	4	0	6	6
28.	Lepik	"	"	8	5	8	6
29.	Rimm.	"	"	5	-	2	-
30.	Kerge	Tartu 2. Keskk.	7 ^a	2		4	
31.	Saar	"	"	6		9	
32.	Martson	"	"	6		8	
33.	Võrse	"	"	6		4	
34.	Timotheus	"	"	6		2	
35.	Leis	"	"	5		6	
36.	Lotman	"	7 ^b	2		2	
37.	Sonn	"	"	6		-	
38.	Laja	"	"	4		0	
39.	Uibo	"	"	4		2	
40.	Peri	"	"	3		2	
41.	Keelesa	"	"	6		2	
42.	Allikmets	"	"	4		2	
43.	Artjomenko	"	"	6		5	
44.	Jermolajev, N.	"	"	5		2	
45.	Kriisa	"	"	6		7	

1	2	3	4	5	6	7	8
46.	Metssalu	Tartu 2. Keskk.	8 ^b	4		7	
47.	Rüütel	"	"	4		7	
48.	Kaldre	"	"	2		5	
49.	Mets	"	"	4		6	
50.	Sonn	"	"	3		9	
51.	Edel	"	"	2		3	
52.	Sillard	"	"	2		2	
53.	Bachman	"	9 ["]	2		2	
54.	Kinkar	"	"	6		0	
55.	Ginter	"	"	4		6	
56.	Kaukver	"	9 ^b	4		5	
57.	Rivis	"	"	4		4	
58.	Sildala	"	"	2		3	
59.	Ligi	"	"	2		4	
60.	Laur	"	"	2		5	
61.	Gunjasin	"	"	2		2	
62.	Kaevo	"	"	0		2	
63.	Ruse	"	"	2		3	
64.	Randma	"	9 ["]	4		4	
65.	Rikas	"	"	5		7	
66.	Larina	"	"	2		2	
67.	Kivisalu	"	"	0		7	
68.	Tamm	"	10 ^a	2		2	
69.	Ugaste	"	"	2		2	
70.	Ratsepp	"	"	4		4	
71.	Viks	"	"	3		2	
72.	Koppel	"	"	2		4	
73.	Rajavee	"	"	2		2	
74.	Kuusksalu	"	"	4		4	
75.	Siigur	"	"	4		4	
76.	Kond	"	11 ^a	2		3	
77.	Kävel	"	"	4		5	
78.	Vihm	"	"	4		6	
79.	Ginter	"	"	2		2	
80.	Luha	"	"	5		9	
81.	Jaakmus	"	"	4		2	
82.	Kiis	"	"	5		2	
83.	Nadel	№№ Keskkool	7 ^a	5	5	15	10
84.	Vainaste	"	"	6	6	9	6
85.	Kilk	"	"	8	-	12	-
86.	Ratsepp	"	"	4	4	5	6
87.	Saar	"	"	2	4	8	7
88.	Peterson	"	"	8	6	10	6
89.	Vaher	"	"	4	4	10	11
90.	Kuningas	"	"	7	4	10	12
91.	Viks	"	"	8	8	11	11
92.	Mets	"	"	7	7	11	9
93.	Torokvei	"	"	9	8	13	10
94.	Areng	"	"	4	6	9	11
95.	Vikat	"	"	9	6	9	8

Tabel 3

Erinevate klasside õpilaste poolt testide "Vase väljatorjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest" ja keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel" täitmisel tehtud eksimuste arv.

Jrk. nr.	Õpilase nimi	Kool	Klass	Fe+CuCl ₂		NaCl	
				1	2	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Kiivit	Tartu 1. Keskk.	7 ^a	4		2	
2.	Saks	"	"	0		7	
3.	Piir	"	"	0		8	
4.	Regi	"	"	2		11	
5.	Taro	"	"	2		4	
6.	Reisner	"	"	2		4	
7.	Suurmets	"	7 ^b	2		6	
8.	Murre	"	"	2		7	
9.	Toim	"	"	4		8	
10.	Sadeiko	"	"	4		5	
11.	Roots	"	"	0		5	
12.	Jürgen	"	"	3		5	
13.	Susi	"	"	4		6	
14.	Malloka	"	"	4		6	
15.	Kilgi	"	"	4		5	
16.	Kuiv	"	"	4		10	
17.	Murtens	Tartu 2. Keskk.	7 ^a	3	2	4	0
18.	Tammera	"	"	6	4	4	4
19.	Pedel	"	"	2	0	4	2
20.	Reintam	"	"	2	0	4	2
21.	Liiv	"	"	4	4	4	7
22.	Tunala	"	"	2	0	6	4
23.	Gross	"	"	4	2	7	2
24.	Punnar	"	"	2	2	5	2
25.	Teeveer	"	"	4	4	6	8
26.	Aunin	"	"	4	2	2	3
27.	Lehepuu	"	7 ^b	2	0	7	9
28.	Maastik	"	"	0	2	2	0
29.	Kutti	"	"	4	4	2	0
30.	Konno	"	"	0	2	4	0
31.	Tusti	"	"	0	0	2	2
32.	Kõrv	"	"	2	2	8	5
33.	Soots	"	"	2	2	8	7
34.	Kraak	"	"	4	2	10	8
35.	Parik	"	"	3	4	7	7
36.	Lokk	"	"	3	2	6	0
37.	Savisaar	"	8 ^b	4		2	
38.	Pärn	"	"	4		6	
39.	Bunder	"	"	4		4	
40.	Maasik	"	"	4		7	
41.	Peep	"	"	4		2	
42.	Vaisman	"	"	0		4	
43.	Tamm	"	"	2		7	
44.	Luts	"	"	2		6	

1	2	3	4	5	6	7	8
45.	Ligi	Tartu 2.	Keskk. 8 ^b	2		4	
46.	Kliimask	"	"	0		2	
47.	Pork	"	"	2		6	
48.	Babut	"	"	2		6	
49.	Aun	"	9 ^b	4		9	
50.	Hanson	"	"	0		2	
51.	Sildmäe	"	"	4		0	
52.	Rebane	"	"	2		2	
53.	Musen	"	"	4		9	
54.	Toldsepp	"	"	2		4	
55.	Karjus	"	"	4		8	
56.	Sild	"	"	2		9	
57.	Tiit	"	"	4		0	
58.	Raud	"	"	4		5	
59.	Koldmets	"	"	2		6	
60.	Lill	"	"	4		8	
61.	Kaasik	"	10 ^a	2		8	
62.	Onno	"	"	2		2	
63.	Kiisk	"	"	2		0	
64.	Peterson	"	"	2		0	
65.	Kristal	"	"	2		0	
66.	Kull, M.	"	"	4		4	
67.	Saks	"	"	3		0	
68.	Ruus, J.	"	"	3		7	
69.	Ennok	"	4 ^a	7		13	
70.	Heido	"	"	4		6	
71.	Kummel	"	"	2		7	
72.	Rääts	"	"	4		7	
73.	Maran	"	"	7		2	
74.	Vikle	"	"	2		10	
75.	Tauts	"	"	4		8	
76.	Saul	"	"	2		7	

Tabel 4

Erinevate klasside opilaste poolt testi
"Neutralisatsioonireaktsioon" täitmisel
tehtud eksimuste arv.

Jrk. nr.	Opilase nimi	Kool	Klass	Neutr. r.	
				1.	2.
1.	Sonn	Tartu 2. Keskk.	7 ^b	0	0
2.	Jermolajev, N.	"	"	2	2
3.	Parik	"	"	3	-
4.	Labu	"	"	2	2
5.	Lokk	"	"	2	-
6.	Lehepuu	"	"	0	-
7.	Tusti	"	"	0	-
8.	Kulisa	"	"	0	0
9.	Konno	"	"	2	-
10.	Koop	"	"	2	3
11.	Reemets	"	"	0	0
12.	Lotman	"	"	0	-
13.	Kõrv	"	"	0	-
14.	Rein	"	"	0	0
15.	Tarn	"	"	0	3
16.	Kalamees	"	"	0	0
17.	Artjomenko	"	"	2	2
18.	Mändänen	"	"	2	0
19.	Uibo	"	"	0	0
20.	Paal	"	"	2	5
21.	Parvet	"	"	4	0
22.	Krook	"	"	4	-
23.	Pikat	"	"	6	4
24.	Allikmets	"	"	0	-
25.	Soots	"	"	2	-
26.	Laja	"	"	0	2
27.	Väina	"	"	2	2
28.	Jermolajev, P.	"	"	0	2
29.	Kutti	"	"	0	2
30.	Tamm	"	"	-	7
31.	Peri	"	"	-	0

Tabel 3.

Laboratoorse töö "Neutralisatsioonireaktsioon" kohta koostatud
tööjaotuse testi teistkordsel täitmisel saadud tulemused.
(Tartu 2. Keskkool 7^a klass).

Jrk. nr.	Õpilaste poolt antud rühmasisene tööoperatsioonide jaotus																			Eksi- muste arv		
	Õpi- laste nimed	Operats. jrk. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18	19
1.	Lind		1	2	2	1	2	1	2	1	2	-	1	2	k	k	1	2	1	k	2	11
2.	Kriibi		1	k	1	k	2	-	k	-	2	1	1	2	k	2	1	2	k	-	1	14
3.	Kalda		1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	k	k	2	1	2	1	k	2	6
4.	Kangur		1	1	k	2	1	2	1	2	k	1	2	1	k	2	1	2	1	k	2	10
5.	Loode		1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	k	1	2	1	2	k	2	11
6.	Peedosk		2	1	k	1	1	k	2	2	-	k	1	2	2	k	1	1	2	k	2	13
7.	Leis		1	2	2	1	2	k	1	1	k	2	k	1	2	k	1	k	2	1	k	11
8.	Lutsar		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1/k	k	2	2	1	2	k	1	10
9.	Timotheus		1	2	1	2	k	k	1	2	k	1	2	k	1	2	2	1	2	k	1	11
10.	Vorse		1	2	1	2	1	2	1	2	1	k	2	k	k	1	1	2	1	k	2	8
11.	Pellumaa		1	1	1	1	2	k	2	2	k	2	k	k	k	1	2	1	1	k	2	6
12.	Liiv		1	2	1	2	1	2	1	2	k	k	1	k	k	k	k	1	2	k	2	9
13.	Vaht		1	2	1	2	1	2	-	1	2	k	1	2	k	1	2	1	2	k	1	11

Tabel 6

Laboratoorse töö "Neutralisatsioonireaktsioon" kohta koostatud
tööjaotuse testi esmakordsel täitmisel saadud tulemused.

(Tartu 2. Keskkool 7^b klass)

Jrk. nr.	Operats. jrk.nr.	Õpilaste poolt antud rühmasisene tööoperatsioonide jaotus																			Eksi- muste arv
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1.	Soots	1	1	2	2	1	k	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	15
2.	Jermolajev, N.	1	2	1	2	2	k	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	k	2	13
3.	Sonn	k	2	2	2	1	k	1	2	k	1	2	1	k	1	2	1	2	k	1	9
4.	Reemets	k	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	k	2	1	1	2	k	2	10
5.	Allikmets	k	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	k	2	1	2	2	k	1	11
6.	Taur	1	2	1	2	1	k	1	k	2	1	2	k	k	2	1	2	1	k	2	12
7.	Mondonen	1	k	k	2	1	k	1	2	1	2	1	2	k	2	1	2	1	k	2	13
8.	Labu	1	2	1	2	1	k	2	1	2	1	2	1	k	2	1	2	1	k	2	12
9.	Lehepuu	1	2	1	2	1	k	2	1	2	1	2	k	k	1	2	1	2	k	2	11
10.	Kulesa	1	2	2	2	1	k	2	1	1	2	k	1	k	2	1	2	2	k	1	13
11.	Kakko	1	1	2	2	1	k	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	k	1	12
12.	Kutti	k	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	k	2	10
13.	Lotman	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	k	2	k	1	k	2	9
14.	Parvet	1	2	1	2	1	k	2	1	2	1	k	k	k	2	1	2	1	k	2	10
15.	Artjomenko	k	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	k	k	9

Teemal "Aurustamine" koostatud järjekorra-
testi reliaabluse leidmine.

Jrk. nr.	Opilase nimi	i	j	$d_i = i-j $	d_i^2
1.	Jarve	6,0	9,0	3,0	9,00
2.	Brett	6,0	9,0	3,0	9,00
3.	Kullmann	6,0	9,0	3,0	9,00
4.	Lakk	6,0	27,5	21,5	462,25
5.	Rull	6,0	9,0	3,0	9,00
6.	Pahla	6,0	9,0	3,0	9,00
7.	Peetso	6,0	9,0	3,0	9,00
8.	Aasmaa	6,0	27,5	21,5	462,25
9.	Toots	6,0	9,0	3,0	9,00
10.	Matvei	6,0	9,0	3,0	9,00
11.	Oll	6,0	9,0	3,0	9,00
12.	Rebane	20,5	27,5	7,0	49,00
13.	Jögi	20,5	27,5	7,0	49,00
14.	Raudsepp	20,5	38,5	18,0	324,00
15.	Kaldoja	20,5	9,0	11,5	122,25
16.	Kalmet	20,5	27,5	7,0	49,00
17.	Repponen	20,5	27,5	7,0	49,00
18.	Peebo	20,5	27,5	7,0	49,00
19.	Toon	20,5	27,5	7,0	49,00
20.	Palu	20,5	27,5	7,0	49,00
21.	Seeba	20,5	27,5	7,0	49,00
22.	Haavik	20,5	27,5	7,0	49,00
23.	Kuusik	20,5	9,0	11,5	122,25
24.	Part	20,5	27,5	7,0	49,00
25.	Otisalu	20,5	9,0	11,5	122,25
26.	Karri	20,5	27,5	7,0	49,00
27.	Napp	20,5	27,5	7,0	49,00
28.	Määrits	20,5	27,5	7,0	49,00
29.	Pullerits	20,5	9,0	11,5	122,25
30.	Arus	32,5	27,5	5,0	25,00
31.	Rosenberg	32,5	40,5	8,0	64,00
32.	Vipp	32,5	9,0	23,5	552,25
33.	Nukka	32,5	9,0	23,5	552,25
34.	Sarik	32,5	40,5	8,0	64,00
35.	Linnumägi	32,5	9,0	23,5	552,25
36.	Rosenfeldt	37,5	27,5	10,0	100,00
37.	Raud	37,5	9,0	28,5	812,25
38.	Rätsepp	37,5	38,5	1,0	1,00
39.	Vaks	37,5	27,5	10,0	100,00
40.	Lauga	40,5	27,5	13,0	169,00
41.	Soomets	40,5	27,5	13,0	169,00

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = 5616,50$$

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 5616,5}{68880} = 0,511$$

Teemal "Kaaliumpermanganaadi lagundamine" Tabel 8
koostatud järjekorrastesti reliaabluse leidmine.

Jrk. nr.	Opilase nimi	i	j	$d_i = i-j $	d_i^2
1.	Lank	1	2	1	1,00
2.	Kullmann	2	2	0	0
3.	Rätsepp	3	12,5	9,5	90,25
4.	Peebo	4,5	36,5	32	1024,00
5.	Haavik	4,5	12,5	8	64,00
6.	Saar	9	19	10	100,00
7.	Kaldoja	9	31	22	484,00
8.	Nukka	9	26,0	17	289,00
9.	Vaks	9	8	1	1,00
10.	Määrits	9	12,5	3,5	12,25
11.	Pahla	9	12,5	3,5	12,25
12.	Oll	9	5,5	3,5	12,25
13.	Vinet	16,5	22,5	6	36,00
14.	Väinaste	16,5	12,5	4	16,00
15.	Areng	16,5	36,5	10	100,00
16.	Palu	16,5	36,5	10	100,00
17.	Suba	16,5	12,5	4	16,00
18.	Part	16,5	12,5	4	16,00
19.	Sarik	16,5	5,5	11	121,00
20.	Karri	16,5	5,5	11	121,00
21.	Nadel	25,5	31	6,5	42,25
22.	Peterson	25,5	12,5	13	169,00
23.	Vaher	25,5	36,5	11	121,00
24.	Kuningas	25,5	40,5	15,0	225,00
25.	Toon	25,5	19	6,5	42,25
26.	Kuusik	25,5	2	23,5	552,25
27.	Vapp	25,5	5,5	20	400,00
28.	Linnumägi	25,5	26,0	1,5	2,25
29.	Toots	25,5	26,0	1,5	2,25
30.	Matvei	25,5	19	6,5	42,25
31.	Viks	34,5	36,5	2	4
32.	Mets	34,5	26,0	8,5	72,25
33.	Kalmet	34,5	19	15,5	240,25
34.	Repponen	34,5	26,0	8,5	72,25
35.	Soomets	34,5	19	15,5	240,25
36.	Peetso	34,5	40,5	6	36,00
37.	Aasma	34,5	12,5	22	484,00
38.	Rull	34,5	31	3,5	12,25
39.	Pullerits	39	31	8	64,00
40.	Torokvei	40,5	31	9,5	90,25
41.	Otisalu	40,5	22,5	18	324,00

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = 5938,0$$

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 5938,0}{68880} = 0,483$$

Tabel 9

Teemal "Vask(II)hüdrokarbonaadi lagundamine"

koostatud järjekorra testi reliaabluse

leidmine.

Jrk. nr.	Õpilase nimi	i	j	$d_i = i-j $	d_i^2
1.	Karu	2	11,5	9,5	90,25
2.	Valge	2	19,5	17,5	306,25
3.	Liivamägi	2	3,5	1,5	2,25
4.	Rebane	4	3,5	0,5	0,25
5.	Loorits	12	11,5	0,5	0,25
6.	Kaljurand	12	11,5	0,5	0,25
7.	Kook	12	3,5	8,5	72,25
8.	Ümarik	12	11,5	0,5	0,25
9.	Jõgi	12	11,5	0,5	0,25
10.	Arus	12	35	23	529,00
11.	Raudsepp	12	27,5	15,5	240,25
12.	Rätsepp	12	7	4	16,00
13.	Lauga	12	37,5	25,5	650,25
14.	Butt	12	32,5	20,5	420,25
15.	Nagel	12	19,5	7,5	56,25
16.	Elbe	12	3,5	8,5	72,25
17.	Käär	12	3,5	8,5	72,25
18.	Ronimois	12	27,5	15,5	240,25
19.	Kuusk	12	32,5	20,5	420,25
20.	Järve	21,5	27,5	6	36,00
21.	Napp	21,5	27,5	6	36,00
22.	Ehala	21,5	19,5	2	4,00
23.	Kurvits	21,5	3,5	18	324,00
24.	Rebane	27,5	11,5	16	256,00
25.	Rosenberg	27,5	11,5	16	256,00
26.	Vipp	27,5	19,5	8	64,00
27.	Raud	27,5	27,5	0	0,00
28.	Tomberg	27,5	19,5	8	64,00
29.	Otter	27,5	37,5	10	100,00
30.	Taela	27,5	11,5	16	256,00
31.	Lõvi	27,5	27,5	0	0
32.	Kivistik	32,5	19,5	12,5	156,25
33.	Peterson	32,5	19,5	12,5	156,25
34.	Rosenfeld	35	19,5	15,5	240,25
35.	Onneleid	35	35	0	0
36.	Lepik	35	27,5	7,5	56,25
37.	Vaidla	37,5	35	2	4,00
38.	Raiste	37,5	27,5	10	100,00

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = 5298,25$$

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 5298,25}{54834} = 0,421$$

Tabel 10.

Teemal "Vase väljatorjumine rauaga vask(II)kloriidi lahusest" koostatud järjekorratesi reliiabluse leidmine.

Jrk. nr.	Õpilase nimi	i	j	$d_i = i-j $	d_i^2
1.	Maastik	2,0	10,5	8,5	72,25
2.	Konno	2,0	10,5	8,5	72,25
3.	Tusti	2,0	3,0	1,0	1,00
4.	Kõrv	6,5	10,5	4,0	16,00
5.	Soots	6,5	10,5	4,0	16,00
6.	Lehepuu	6,5	3,0	3,5	12,25
7.	Tumala	6,5	3,0	3,5	12,25
8.	Reintam	6,5	3,0	3,5	12,25
9.	Punnar	6,5	10,5	4,0	16,00
10.	Mertens	11,0	10,5	0,5	0,25
11.	Parik	11,0	18,0	7,0	49,00
12.	Lekk	11,0	10,5	0,5	0,25
13.	Pedel	16,0	3,0	13,0	169,00
14.	Liiv	16,0	18,0	2,0	4,00
15.	Gross	16,0	10,5	5,5	30,25
16.	Teeveer	16,0	18,0	2,0	4,00
17.	Aunin	16,0	10,5	5,5	30,25
18.	Kutti	16,0	18,0	2,0	4,00
19.	Kraak	16,0	10,5	5,5	30,25
20.	Tammera	20,0	18,0	2,0	4,00

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = 555,50$$

$$p = 1 - \frac{6 \cdot 555,50}{7980} = 0,582$$

Tabel 11

Teemal "Keedusoola puhastamine ümberkristalliseerimise teel" koostatud järjekorralisti reliaabluse leidmine

Jrk. nr.	Õpilase nimi	i	j	$d_i = i-j $	d_i^2
1.	Aunin	2,5	11	8,5	72,25
2.	Maastik	2,5	3,5	1	1,00
3.	Kutti	2,5	3,5	1	1,00
4.	Tersti	2,5	8,5	6	36,00
5.	Mertens	7,5	3,5	4	16,00
6.	Tammera	7,5	12,5	5	16,00
7.	Pedel	7,5	3,5	4	16,00
8.	Reintam	7,5	8,5	1	1,00
9.	Liiv	7,5	16	8,5	72,25
10.	Kanno	7,5	3,5	4	16,00
11.	Punnar	11	8,5	2,5	6,25
12.	Tumala	12	12,5	0,5	0,25
13.	Teeveer	13	18,5	5,5	30,25
14.	Lokk	13	3,5	9,5	90,25
15.	Gross	16	8,5	7,5	56,25
16.	Lehepuu	16	20	4	16,00
17.	Parik	16	16	0	0
18.	Kõrv	18,5	14	4,5	20,25
19.	Soots	18,5	16	2,5	6,25
20.	Kraak	20	18,5	1,5	2,25

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = 475,50$$

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 475,5}{7980} = 0,642$$

Tabel 12

Teemal "Neutralisatsioonireaktsioon"

koostatud järjekorratesi reliaabluse leidmine.

Jrk. nr.	Opilase nimi	i	j	$d_i = i-j $	d_i^2
1.	Sonn	5	4,5	0,5	0,25
2.	Keelisa	5	4,5	0,5	0,25
3.	Reemets	5	4,5	0,5	0,25
4.	Rein	5	4,5	0,5	0,25
5.	Taur	5	15,5	10,5	110,25
6.	Kalamees	5	4,5	0,5	0,25
7.	Uibo	5	4,5	0,5	0,25
8.	Laja	5	11,5	6,5	42,25
9.	Jermolajev, P.	5	11,5	6,5	42,25
10.	Jermolajev, N.	13	11,5	1,5	2,25
11.	Lebu	13	11,5	1,5	2,25
12.	Koop	13	15,5	2,5	6,25
13.	Artjomenko	13	11,5	1,5	2,25
14.	Mendonon	13	4,5	8,5	72,25
15.	Paal	13	18	5	25,00
16.	Väina	13	11,5	1,5	2,25
17.	Parvet	17	4,5	12,5	156,25
18.	Pikat	18	17	1	1,00

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = 466,00$$

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 466}{5814} = 0,519$$